

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А.Пасічник
(підпис)

“ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

133 Галузеве машинобудування
(код і назва)

на тему: Фреза кінцева для оброблення уступів та пазів

Виконав: студент 3 курсу, групи МІ-пб1

(шифр групи)

Романов Вадим Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник асистент к.т.н Івановський О.А.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.А.Пасічник

(підпис)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Романов Вадим Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Фреза кінцева для оброблення устугів та пазів

керівник проекту Івановський Олександр Анатолійович к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту 30 травня 2019

3. Вихідні дані до проекту Фреза призначена для оброблення устугів, закритих та відкритих пазів в сталевих заготовках

4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструкції фрези для обробки устугів та пазів, Розробка тех. процесу, виготовлення креслення фрези, Розроблення пристосування для фрезер. каналів під пластину, розрах. установчих параметрів пластини вкортуї фрези, аналіз параметрів роботи фрези при різних режимах.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Синтез конструкції для обробл. кінцевої фрези для обр. устугів та пазів. Робоче креслення фрези, Складальне креслення 3D-моделі. Розробл. пристосування для фрез. каналів під пластину. Розрахунок установчих параметрів пластини вкортуї фрези. Аналіз параметрів роботи фрези при різних режимах.

6. Консультанти розділів проекту*

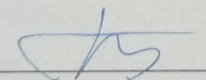
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

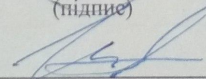
№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
	Аналіз фрез для об. устатків та надів	22. 03. 19	
	Тех. процес вигот. корпусу	05. 04. 19	
	Розроб. пристосування	19. 04. 19	
	Розрахунок устан. параметрів	03. 05. 19	
	Роб. кресл. та 3D модель	17. 05. 19	
	Аналіз параметрів роботи фрез	23. 05. 19	

Студент


(підпис)

Романов В. М.
(ініціали, прізвище)

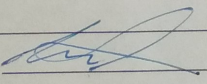
Керівник проекту


(підпис)

Григоренко О. А.
(ініціали, прізвище)

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.А.Пасічник
Від " " 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Фреза кінцева для оброблення уступів та пазів
Зміст проекту	Розробити конструкцію та технологію виготовлення фрези для оброблення уступів та пазів
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none">1) Оброблюваний матеріал - Стал 202) Параметри оброблюваної деталі<ul style="list-style-type: none">- Ширина пазів - 20 мм- Глибина - 30 мм- Висота уступів - 30 мм- Чорсткість - 12.83) Механічне кріплення твердосплавних пластин.4) Кількість пластин - 2 шт.5) Матеріал корпусу фрези - ЧОХ.6) Виготовлення СОЖС - зовнішнє.
Особливі вимоги	

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Синтез конструкції для оброблення кінцевої фрези для оброблення уступів та позів
ОП	Робоче креслення складальне креслення 30 моделей
ТС	Представлення технічних операцій : - точіння основи - фрезерування позів - фрезерування стружкововивідних канавок
СК	Приміщення для фрезерування канавок під пластини
СП	Визначення установчих параметрів пластин
НУ	Аналіз параметрів роботи фрези при різних режимах
Студент _____	дата "___" _____ 20__ р.
Викладач  _____	дата "___" _____ 20__ р.

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
ОП – об'єкт проектування.
ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
СП – спеціальна складова.
НУ – наукова складова.

АНОТАЦІЯ

Метою дипломного проекту є проектування інструменту для обробки пазів та уступів.

Для обробки пазів та уступів використовують кінцеві фрези. Вісь їх встановлюється перпендикулярно до поверхні деталі, яка обробляється. Кінцеві фрези забезпечують плавну роботу навіть при невеликій величині припуску, велику продуктивність.

Фреза складається з корпусу, в який встановлено багатогранні пластинки. Пластинки до базових поверхонь корпусу притискаються прихватом.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз існуючих конструкцій кінцевих фрез.
2. Вибрати заготовку.
3. Розробити технологічний процес виготовлення кінцевої фрези.
4. Розрахувати припуски під обробку.
5. Розрахувати режими різання і норми часу.
6. Підібрати оснащення, яке забезпечує виготовлення фрези.
7. Дослідження умов роботи фрези.

Ключові слова: кінцева фреза з змінними пластинами, корпус, різальна пластинка, базова поверхня, твердий сплав, технологічний процес, режими різання.

					ДПМІп61.01.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

The purpose of the diploma project is to design a tool for processing slots and ledges.

For machining of grooves and ledges is using end mills. Their axis is placed perpendicularly to machining plane of machine parts.

End mill consist from body which, in is placed cutting inserts. Inserts to base surface are pressed by stuck pipe

For achieve the goal it is necessary to meet following tasks:

1. To make the analysis of existing construction of end mills,
2. To choose the work piece,
3. To develop technological process of manufacturing of end mills,
4. To calculate stock for machining,
5. To calculate cutting modes and norm of time,
6. To choose equipment which provides manufacturing of mills.
7. Study conditions cutters work.

Keywords: End mill with replaceable inserts, work productivity, work piece, inserts, base surface, hard metal, technological process, cutting modes.

					ДПМІn61.01.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

ВСТУП.....	3
1 АНАЛІЗ КІНЦЕВИХ ФРЕЗ З МЕХАНІЧНИМ КРІПЛЕННЯМ ПЛАСТИН	4
1.1. Конструкції кінцевих фрез для оброблення алюмінієвих сплавів	4
1.2. Вибір способу кріплення пластини	7
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10
2.1. Опис конструкції та вибір геометричних параметрів інструменту.....	10
2.2. Режимы різання, деталь та верстат на якому буде використо- вуватись кінцева фреза	11
2.3. Розрахунок припусків на механічну обробку.....	13
2.4. Технологічний процес виготовлення фрези.	19
2.5. Розрахунок режимів різання.....	22
2.6. Розрахунок операційного часу	30
2.7. Визначення кутів установки державки фрези для фрезерування пазу під пластину.	32
2.8. Керуюча програма для обробки на верстаті з ЧПК	34
2.9. Дослідження сил діючих на фрезу в процесі різання	38
2.10. Складання кінцевої фрези.....	42
3 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ	43
3.1. Схема установки заготовки.	43
3.2. Розрахунок зусилля затиску в цанговому патроні	43
3.3. Зусилля затиску пневматичного пристрою.....	45

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Романов В.М.			Кінцева фреза з механічним кріпленням пластин			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Івановський О.А.								
Реценз.								НТУУ"КПІ" ММІ, зр.МІ-п61		
Н. Контр.										
Затверд.										

3.4. Конструювання пристрою	45
3.5. Будова та робота пристрою	46
Література:	48
Додаток А. Керуюча програма для верстату з ЧПК	51
Додаток Б. Специфікація до робочого креслення фрези	53
Додаток В. Специфікація до пристрою спеціального	54
Додаток Г. Креслення прихвату	56
Додаток Д. Операційні карти	57

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Розвиваючись автомобільна та авіабудівна промисловість ставлять перед світовими виробниками обладнання, інструменту та верстатів все вищі вимоги по ефективності та продуктивності оброблення спеціальних матеріалів.

Високотехнологічні сплави, вдосконалена геометрія різальних кромek, використання основи вищої якості і застосування новітніх покриттів дозволяють технологіям виробництва кінцевих фрез йти в ногу з модернізацією станкового обладнання. В даний час, високопродуктивна комбінація сучасних технологій обробки і кінцевих фрез з більшим коефіцієнтом корисної дії забезпечує вищі раніше обсяги зняття металу. Для забезпечення постійного попиту на підвищену продуктивність оброблення розробляються унікальні геометрії інструменту, які підходять для чорнової, проміжної, і чистової обробки.

Одним з ефективних типів кінцевих фрез є фрези зі змінними твердосплавними пластинами. Швидка заміна затупленої пластини зменшує час на налагодження операції, що є важливим фактором у виробництві.

Тому в роботі було розглянуто конструкції кінцевих фрез. Було розроблено технологію виготовлення фрези, порашовані припуски на механічну обробку та режими різання. Розроблено 3D модель інструменту та робоче креслення корпусу фрези. Підібране оснащення для виготовлення фрези.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ КІНЦЕВИХ ФРЕЗ З МЕХАНІЧНИМ КРІПЛЕННЯМ ПЛАСТИН

1.1. Конструкції кінцевих фрез для оброблення алюмінієвих сплавів

Кінцеві фрези застосовують для оброблення взаємно-перпендикулярних площин, уступів, пазів та різноманітних контурів.

Нижче наведені декілька видів кінцевих фрез для оброблення алюмінієвих сплавів.

Кінцева фреза НМ390 ЕТС D18-2-W20-07 застосовується як для чорнової так і для чистової обробки. Її міцність та надійність дозволяє проводити фрезерування з заглибленням в матеріал під кутом. Трикутна форма пластин забезпечує великий передній кут, та дозволяє проводити обробку уступів та пазів з кутом $\varphi = 90^\circ$ [13].

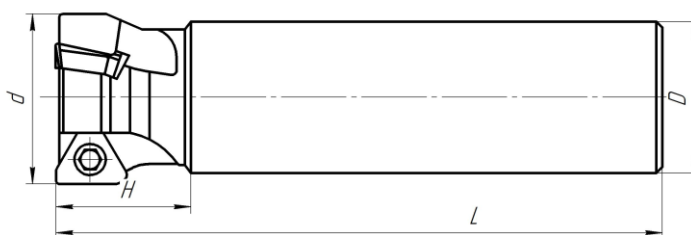


Рисунок 1.1 – Кінцева фреза НМ390 ЕТС D18-2-W20-07

Кінцева фреза Т490 ЕЛН D20-2-С19-08В з тангенціальним кріпленням пластин. Застосовується для чорнової та напівчистової обробки, нержавіючої сталі та чавуну. В них використовуються позитивні пластини з чотирма різальні кромки під 90° з унікальною геометрією передньої поверхні[13].

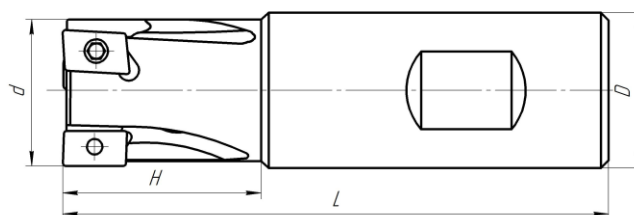


Рисунок 1.2 – Кінцева фреза Т490 ЕЛН D20-2-С19-08В

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінцева фреза T290 ELN D20-05-C16-05. Ця фреза проводить обробку м'яко та чисто завдяки вигнутій різальній кромці та позитивного переднього кута. Властивості фрези[13]:

- Тангенціальне кріплення пластин;
- Висока щільність зубів по периметру;
- Збільшений внутрішній діаметр;
- Дві різальні кромки;
- Збільшений осьовий кут;
- Для обробки сталі, нержавіючої сталі та чавуну;
- Для напівчистових та чистових операцій.

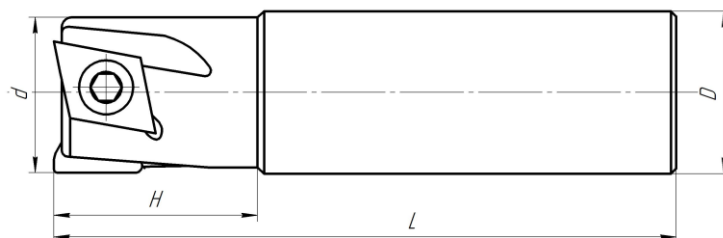


Рисунок 1.3 – Кінцева фреза T290 ELN D20-05-C16-05

Кінцева фреза HM90 EAL-D25-C24L180-16 розроблена спеціально для обробки алюмінію, в основному для авіаційної промисловості. Властивості фрези[13]:

- Гостра, шліфувана різальна кромка для низьких сил різання та легкої обробки;
- Полірована передня поверхня для легкого сходу стружки;
- Позитивні кути різання;
- Установча поверхня фрези шліфувана, для забезпечення повного контакту з установчим місцем, для високої точності;
- Пластини можуть витримувати центрові навантаження та високі сили різання;
- Використовують для чорнових та напівчистових операцій.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

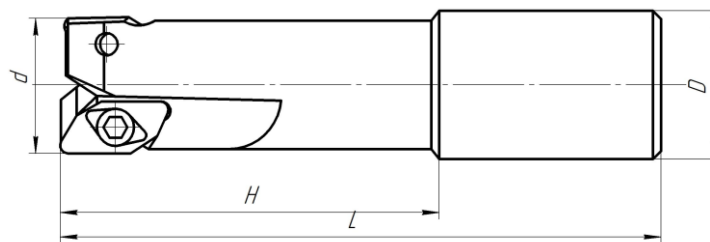


Рисунок 1.4 – Кінцева фреза НМ90 EAL-D25-C24L180-16

Кінцева фреза Н490 E90AX-3-W20-09 застосовується для чорнової та напів-чистої обробки сталі, нержавіючої сталі та чавуну. На фрезі встановлені двох-сторонні, жорсткі пластини для обробки уступів під кутом 90° . Затиск фрези відбувається за допомогою "Ластівчин хвіст", що забезпечує жорстке закріплення[13].

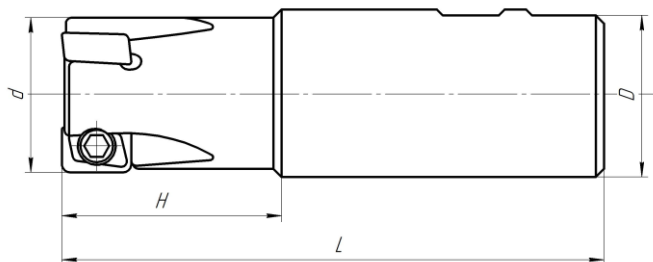


Рисунок 1.5 – Кінцева фреза Н490 E90AX-3-W20-09

Кінцева фреза ГОСТ 28435-90 використовується для оброблення пазів та уступів. Застосовується для чорнової та напівчистої обробки. Хвостовик в такої фрези є з конусом Морзе. Головна перевага такої фрези полягає в тому, що вона має можливість швидкої зміни інструмента. Крім того, вона надійна і дає високу точність центрування. На відміну від фрез з циліндричним хвостовиком, можуть передавати набагато більший крутний момент.

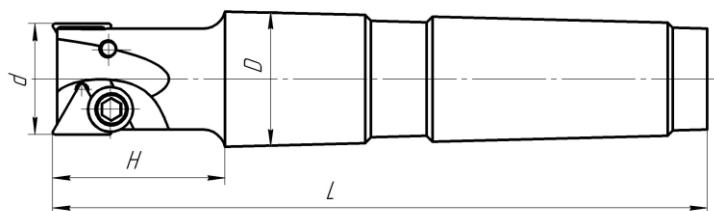


Рисунок 1.6 – Кінцева фреза ГОСТ 28435-90

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проаналізувавши наведені вище види кінцевих фрез, вибираємо кінцева фреза ГОСТ 28435-90, так як вона забезпечує потрібну нам точність та якість оброблення. Є легкою у виготовленні та експлуатації. Наявність конуса Морзе є ще однією її перевагою, так як її легко та швидко можна установити на верстаті, забезпечивши високу точність установки.

1.2. Вибір способу кріплення пластини

Для кріплення пластин в корпус фрези використовують наступні методи [11]:

С – згори пластин без отвору виконань: з прихватом і гвинтом з різноспрямованим різьбленням, з прихватом і гвинтом;

М – пластин згори прихватом і через отвори виконань : клин-прихватом, пружним клин-прихватом, прихватом через отвір;

Кріплення гладких пластин прихватом (тип С). Застосовують для кріплення гладких пластин (позитивних і негативних) з позитивним і негативним переднім кутом (рис.1.7.).

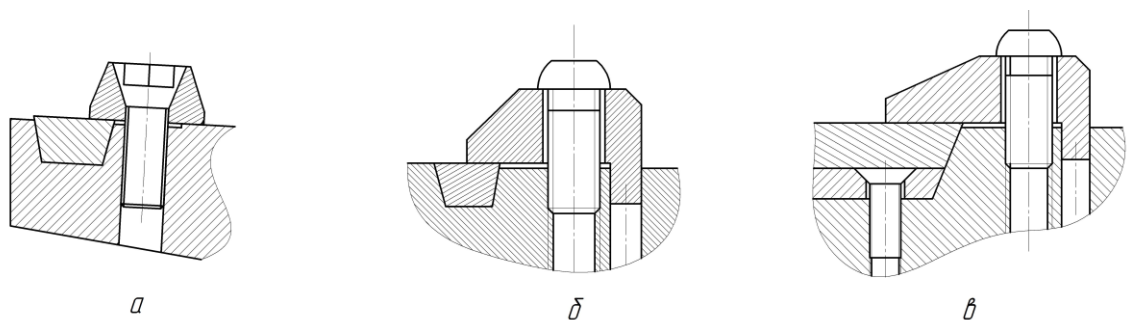


Рисунок.1.7 – Кріплення пластин прихватом

Кріплення пластини гвинтом (тип S). Застосовується для операцій внутрішньої і зовнішньої обробки, особливо у важкодоступних місцях. Невеликі габарити в порівнянні зі схемами кріплення С, М, Р – оскільки елемент кріплення один і займає мало місця (рис.1.8)

Конструкція технологічна у виготовленні. Посадка здійснюється на внутрішню конічну поверхню пластини гвинтом з конічною голівкою.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

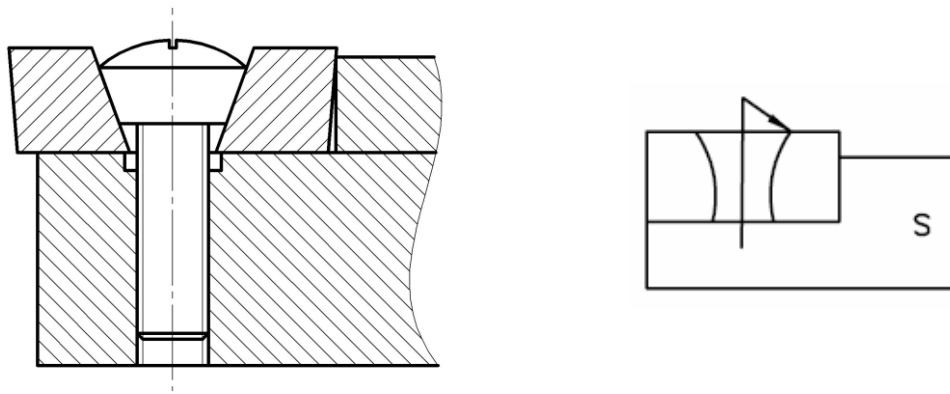


Рисунок 1.8 – Кріплення пластин гвинтом

Проаналізувавши наведені схеми кріплень твердосплавних пластин, приходимо до висновку що найкраще буде використати метод кріплення пластини прихватом. Цей метод дозволяє легко та швидко замінювати чи повертати пластину що є важливим, так як зменшує час на налагодження операції. Також він забезпечує достатню силу затиску пластини в корпусі фрези щоб вона не змістилась в процесі різання.

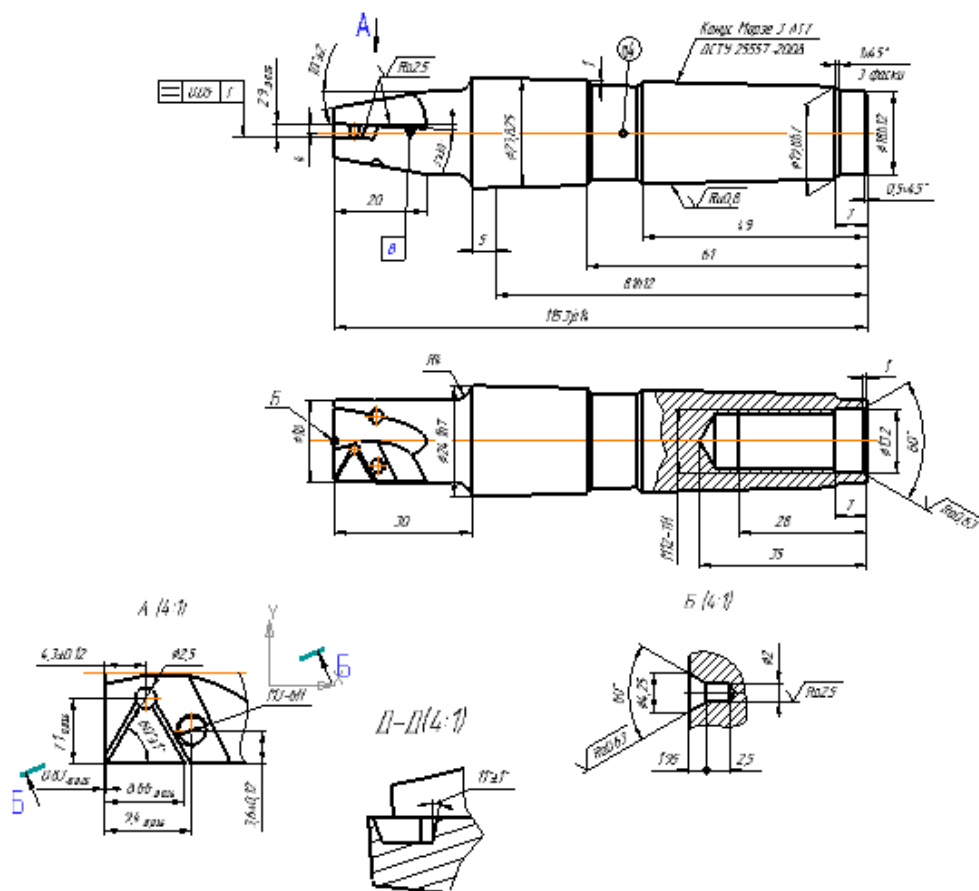


Рисунок 1.9 – ескіз корпусу

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Провівши аналіз кінцевих фрез та механічних кріплень приходимо до висновку, що найкращим варіантом буде вибір фрези за ГОСТ 28435-90, так як вона забезпечує потрібну нам точність та якість оброблення. Є легкою у виготовленні та експлуатації. Наявність конуса Морзе є ще однією її перевагою. Методом кріплення виберемо, кріплення пластини прихватом. Цей метод дозволяє легко та швидко замінювати чи повертати пластину що є важливим, так як зменшує час на налагодження операції.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис конструкції та вибір геометричних параметрів інструменту

Кінцева фреза за ГОСТ 28435-90 призначена для оброблення пазів та уступів.

Вона складається з корпусу (ДПБ.ММІ.МІп61.01.001) який виготовлений з сталі 40Х за ГОСТ 4543-90 (таб.2.1.)

Хвостова частина корпусу виготовляється з конусом Морзе 3 за ДСТУ 25557-2008.

До корпусу за допомогою гвинта який виготовлений з сталі 65Г за ГОСТ 14959 та прихвату який виготовлений з сталі 50ХФА за ГОСТ 14959 кріпиться змінні твердосплавні пластини 19 6516 0357 110304 за ГОСТ 19045-80.

Шорсткості деталей фрези за ГОСТ 2789 не повинен перевищувати Ra 2.5 мкм.

Поверхні деталей, крім шліфованих, повинні мати хімічне оксидування промасленням ГОСТ 9.306.

Допуск радіального биття різальних кромek фрези, вимірюється перпендикулярно до них, відносно осі хвостовика, не більше – 0.05мм.

Критерієм затуплення є зношення по задній поверхні, величина якого рівна 0.5мм.

Поля допуску розмірів фрези повинні бути не більші:

Зовнішній діаметр – Js14;

Конус Морзе за ГОСТ 2848 – АТ7.

Хімічний склад, фізико-механічні та технологічні властивості сталі 40Х згідно ГОСТ 4543-71(таб.2.1)

Таблиця 2.1 – Властивості сталі 40Х

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	P, %	S, %	Fe, %
0.36-0.44	0,5-0,8	0.17-0.37	0,8-1,1	до 0,3	до 0,3	до 0,035	до 0,035	97

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

σ_t Н/мм ²	σ_b МПа	KCU Дж/см ²	Температура °C		густина ρ кг/м ³	Зварюваність	Схильність до відпускної крихкості
			Гартування	Відпуск			
785	980	590	840	520	7860	Важко зварюється	схильна

Завданням дипломного проекту є проектування фрези для утворення пазу в заготовці яка виготовлена з зі сплаву Сталь20. Для цього виберемо передній γ та задній α кут встановлення пластини щоб забезпечити найкращі умови різання, високу точність та якість поверхні. Згідно рекомендацій [3] виберемо $\gamma = 2^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$

2.2. Режими різання, деталь та верстат на якому буде використуватись кінцева фреза

Інструмент працює при таких режимах роботи [5]:

Подача на зуб – $S=0,06\text{мм/зуб}$;

Швидкість різання – $V=40\text{м/хв}$;

Глибина фрезерування – $t=1,5\text{мм}$;

Ширина фрезерування – $B=20\text{мм}$.

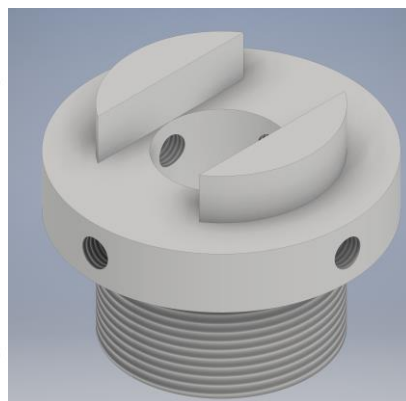
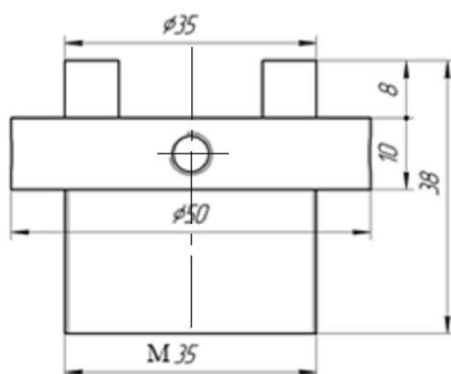


Рисунок 2.1 – Оброблювана деталь

Вертикально фрезерний верстат моделі 6P13 призначений для фрезерування деталей зі сталі, чавуну, кольорових металів та алюмінієвих

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Розрахунок припусків на механічну обробку

Методика розрахунку проводиться по [4]

Проміжні припуски мають дуже важливе значення у процесі розробки технологічної операції механічної обробки деталі. Правильне призначення проміжних припусків на обробку заготовки забезпечує економію матеріалу і трудових ресурсів, якість продукції, що випускається, знижає собівартість виробу і прискорює подальший розвиток машинобудівної промисловості.

Для визначення припуску на механічну обробку в машинобудуванні використовують дослідно–статичний (табличний) або розрахунково – аналітичний методи.

Дослідно–статичний метод використовують в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва при виготовленні простих і порівняно дешевих деталей і передбачає призначення загальних і операційних припусків по спеціальним таблицям, які не враховують послідовність механічної обробки, схеми установки заготовки і погрішність попередньої обробки.

Розрахунково–аналітичний метод застосовують в умовах масового, крупносерійного, і серійного виробництва, а також в умовах одиничного виробництва під час випуску складних дорогих деталей важкого машинобудування. Він враховує умови реалізації технологічного процесу, виявляє можливості економії металу і зниження трудомісткості механічної як на етапі проектування нових, так і при аналізі існуючих технологічних процесів.

Мінімальний операційний припуск визначають наступні фактори:

Висота нерівностей Rz_{i-1} , отримана на суміжній попередній операції (переході), яка залежить від методу, режимів і умовах попередньої обробки. При виконанні першої операції Rz_{i-1} вибирають по вихідній заготовці, враховуючи метод її отримання.

Глибина дефектного шару метала h_{i-1} , яка виникає після попередньої обробки в зв'язку з знеуглецьованим шаром, корозією, наклепом, утворенням тріщин і т.п. Цей шар підлягає повному або частковому видаленню під час

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання операції. Величина дефектного шару металу для різних видів механічної обробки знаходять за таблицями.

Просторові відхилення Δ_{i-1} , розташування оброблюваної поверхні відносно базових поверхонь заготовки. До просторових відхилень відносяться кривизна і короблення заготовки, ексцентричність отвору відносно зовнішньої поверхні, непаралельність і не перпендикулярність осей і поверхонь, а також інші відхилення у взаємному положенні. Ці відхилення мають самостійне значення і повинні враховуватися окремо при розрахунку припусків на обробку. Величина просторових відхилень залежить від конфігурації і розмірних співвідношень деталей. Сумарне значення $\Delta_{\Sigma i-1}$ визначається як векторна сума просторових відхилень [4]

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sum_{j=1}^l \Delta_j$$

де: Δ_j - елементарне просторове відхилення, яке має величину і напрямок;

l - число елементарних просторових погрішностей, формуючих $\Delta_{\Sigma i-1}$

При обробці плоских поверхонь сумарне значення просторових відхилень визначається як арифметична сума складаючі Δ_j , [4]

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sum_{j=1}^l \Delta_j$$

а при обробці поверхонь обертання – по правилу квадратного кореня, [4]

$$\Delta_{\Sigma i-1} = \sqrt{\sum_{j=1}^l \Delta_j^2}$$

Похибки установки ε_i , виникають на виконуваний операції. При обробці партії заготовок на попередньо настроєному верстаті оброблювана поверхня займає різні поверхні, має деяке зміщення. Це зміщення викликається коливаннями сили закріплення, неоднорідність поверхневого шару заготовки, погрішність виготовлення їх базової поверхні, неточністю виготовлення і зношування установочних елементів пристосування, похибка вивірки при індивідуальній установці заготовок. Компенсація цих просторових зміщень і

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поворотів вимагає збільшення мінімального припуску на величину ε_i .

Похибка установки заготовки для обробки на верстаті визначається в загальному вигляді як векторна сума похибки базування ε_6 і похибки

закріплення ε_3 [4]

$$\bar{\varepsilon}_l = \bar{\varepsilon}_6 + \bar{\varepsilon}_3$$

При обробці плоских поверхонь похибка установки може бути визначена як арифметична сума її складових, [4]

$$\varepsilon_i = \varepsilon_6 + \varepsilon_3$$

а при обробці поверхонь обертання – по правилу квадратного кореня, [4]

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

Похибка базування ε_6 визначається з геометричних зв'язків в залежності від прийнятої схеми базування. При сполученні установочної і вимірювальної баз $\varepsilon_6 = 0$. Тому при виборі схеми базування необхідно намагатися до виконання цієї умови.

Розрахунок припуску на зовнішню поверхню діаметром 24,1мм.

Заготовка отримана методом гарячого прокатування. Матеріал заготовки швидкорізальна сталь 40Х.

Припуск на обробку вала (двосторонній припуск) розраховується за формулою[4]:

$$2Z_{min_1} = 2 \left[(R_z + h_0) + \sqrt{\Delta_{\Sigma 0}^2 + \Delta_y^2} \right]$$

Для однократного точіння сумарне відхилення прокату визначається за формулою [4]:

$$\Delta_{\Sigma 1} = \sqrt{\Delta_{\Sigma 0}^2 + \Delta_y^2}$$

де: $\Delta_{\Sigma 0}^2$ - величина відхилення розташування,

Δ_y^2 - величина розташування заготовки при зацентруванні.

Величина відхилення розташування прокату при консольному закріпленні визначається за формулою [4]:

$$\Delta_{\Sigma 2} = \Delta_k \cdot L$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: $\Delta_k = 0,1 \text{ мм/мм}$ - питоме відхилення розташування прокату [К1, ст.180, таб.4];

$L = 116 \text{ мм}$ - відстань від перетину, для якого визначається відхилення розташування до місця закріплення заготовки.

$$\Delta_{\Sigma_2} = 0,1 \cdot 116 = 11,6 \text{ мм}$$

Зміщення осі заготовки в результаті похибки центрування визначається по формулі [4]:

$$\Delta_y = 0,25 \sqrt{Td^2 + 1}$$

де: $Td = 0,4 \text{ мм}$ – допуск на базову поверхню $\varnothing 24,1 \text{ мм}$.

$$\Delta_y = 0,25 \sqrt{0,4^2 + 1} = 260 \text{ мм}$$

Для наступних переходів величина відхилення заготовки визначається за формулою [4]

$$\Delta_i = \Delta_{\Sigma_2} \cdot K_y$$

K_y - коефіцієнт уточнення [4, ст.190, таб.29].

$$K_y^{\text{т.чор}} = 0,06;$$

$$K_y^{\text{т.чис}} = 0,04;$$

$$K_y^{\text{ш.чор}} = 0,03;$$

$$K_y^{\text{ш.чис}} = 0,02;$$

$$\Delta^{\text{т.чор}} = 260 \cdot 0,06 = 15,6 \text{ мм};$$

$$\Delta^{\text{т.чис}} = 260 \cdot 0,04 = 10,4 \text{ мм};$$

$$\Delta^{\text{ш.чор}} = 260 \cdot 0,03 = 7,8 \text{ мм};$$

$$\Delta^{\text{ш.чис}} = 260 \cdot 0,02 = 5,2 \text{ мм};$$

Отримані дані заносимо до таблиці згідно методики, яка приведена в [Таб.2.3].

Визначемо значення припусків:

Перевіримо правильність розрахунків за наступними формулами [4]:

$$2Z_i^{\text{max}} - 2Z_i^{\text{min}} = Td_{i-1} - Td_i$$

$$2Z_{\text{заг}}^{\text{max}} - 2Z_{\text{заг}}^{\text{min}} = Td_{\text{вих.з}} - Td_{\text{дет}}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: $2Z_i^{max}, 2Z_i^{min}$ - максимальний і мінімальний двосторонній припуск на i -ій операції;

Td_{i-1}, Td_i - допуск на деталь на даній і на попередній операції;

$2Z_{заг}^{max}, 2Z_{заг}^{min}$ - загальний максимальний і мінімальний двосторонній припуск на деталь;

Визначемо мінімальний двохсторонній припуск за формулою [4]:

$$2Z_{min_1} = 2 \left[(R_z + h_0) + \sqrt{\Delta_{\Sigma 0}^2 + \Delta_y^2} \right]$$

$$2Z_{min}^{ш.чис} = 2[10 + 20 + \sqrt{7.8^2}] = 75 \text{мкм};$$

$$2Z_{min}^{ш.чор} = 2 \left[20 + 30 + \sqrt{10.4^2 + 30^2} \right] = 163 \text{мкм};$$

$$2Z_{min}^{т.чис} = 2 \left[30 + 60 + \sqrt{15.6^2 + 60^2} \right] = 304 \text{мкм};$$

$$2Z_{min}^{ш.чис} = 2[125 + 150 + \sqrt{260^2}] = 1070 \text{мкм};$$

Визначимо мінімальні розрахункові розміри [5]:

$$D_{min_{i+1}} = D_{min_i} + 2Z_{min_i}$$

$$D_{min}^{ш.чис} = 24,079 + 0,075 = 24,154 \text{мкм};$$

$$D_{min}^{ш.чор} = 24,154 + 0,163 = 24,317 \text{мкм};$$

$$D_{min}^{т.чис} = 24,317 + 0,304 = 24,621 \text{мкм};$$

$$D_{min}^{т.чор} = 24,621 + 1070 = 25,691 \text{мкм};$$

Визначення максимальних розрахункових розмірів [4]:

$$D_{max_i} = D_{min_i} + TD$$

$$D_{max}^{ш.чис} = 24,079 + 0.021 = 24,1 \text{мкм};$$

$$D_{max}^{ш.чор} = 24,079 + 0.052 = 24,206 \text{мкм};$$

$$D_{max}^{т.чис} = 24,317 + 0.084 = 24,401 \text{мкм};$$

$$D_{max}^{т.чор} = 24,621 + 0.21 = 24,831 \text{мкм};$$

$$D_{max}^{заг} = 24,691 + 0.4 = 26.091 \text{мкм};$$

Визначаємо максимальний припуск [4]:

$$Z_{max_i} = D_{max_{i-1}} - D_{max}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{max}^{ш.чис} = 24,206 - 24.1 = 106\text{мкм};$$

$$Z_{max}^{ш.чор} = 24,401 + 24.206 = 195\text{мкм};$$

$$Z_{max}^{т.чис} = 24,831 + 24.401 = 430\text{мкм};$$

$$Z_{max}^{т.чор} = 25.091 + 24.831 = 1260\text{мкм};$$

Таблиця 2.3 – Припуски на оброблення поверхні

переходи	Елементи припуску				$2Z_{min}$ мкм	Розрахунковий діаметр d_p , мкм	TD, мкм	Граничні розміри		Граничні припуски	
	R_z	h	Δ	ε				D_{min}	D_{max}	Z_{max}	Z_{min}
Заготовка	125	150	260	-	-	25.691	400	25.691	26.091	-	-
Точіння чорове	30	60	15,6	60	1070	24.621	210	24.621	24.831	1260	1070
Точіння чистове	20	30	10,4	30	304	24.317	84	24.317	24.401	430	304
Шліфування чорове	10	20	7,8	-	163	24.154	52	24.154	24.206	195	163
Шліфування чистове	6,3	12	5,2	-	75	24.079	21	24.079	24.1	106	75
										1991	1612

Перевірка:

$$TD_3 - TD_д = \sum Z_{max} - \sum Z_{min} ; 400-21=1991-1612; 379=379$$

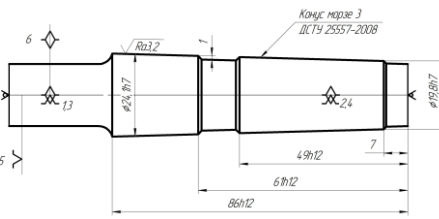
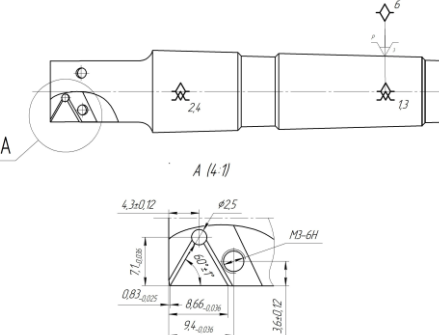
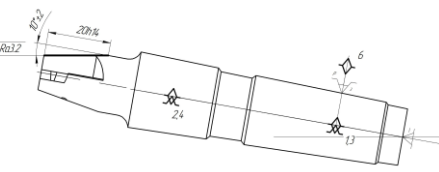
						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Технологічний процес виготовлення фрези.

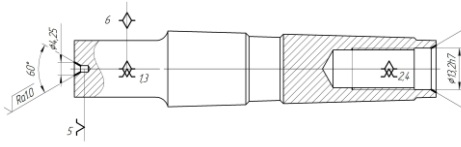
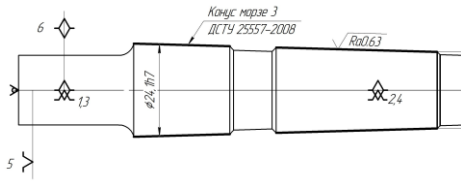
Таблиця 2.4 – Технологічний процес

Номер операції	Найменування операції	Ескіз операції	Найменування верстату його модель	Різальний інструмент	Найменування пристрою або засобу вимірювання
005	Токарно-відрізна Відрізати заготовку в розмір $L=120h14$ та $\phi 28h14$		Верстат токарний мод. 16K20	Токарно-відрізний різець ГОСТ 18884-73	Патрон 3-х кулачковий з пневмозатиском ГОСТ 16886-71
010	Центрувально-підрізна 1. Свердлити два отвори центрові з підрізкою торців, згідно кресленика. 2. Точити різальну частину $\phi 18h12$, $L=30h12$		Центрувально-підрізний н/а мод.2910	Комбіноване свердло	—
015	Токарна 1. Свердлити отвір $\phi 12$. 2. Зенкувати фаску $\leq 60^\circ$. 3. Нарізати різьбу M12. 4. Точити фаску		Токарний верстат мод. 16K20	Свердло ГОСТ 20696-75 Мітчик ГОСТ 18840-73 Зенківка ГОСТ 14953-80	Патрон 3-х кулачковий з пневмозатиском ГОСТ 16886-71

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

020	Токарна з ЧПК. 1. Точити контур деталі згідно креслення.		Токарний верстат з ЧПК 16Р35Ф3	Токарний різець за ГОСТ 20872-80 Відрізний різець ГОСТ 18874-73	Повідковий патрон ГОСТ 2771-71
025	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати паз під пластину. 2. Свердлити отвори для кріплення фрези Ø3 3. Нарізати різьбу в отворах для кріплення фрези М3		Вертикально-фрезерний верстат мод. 6Р13	Фреза кінцева ГОСТ 18372-73 Свердло ГОСТ 20696-75 Мітчик ГОСТ 18840-73	Універсально ділильна головка
030	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати лиски на різальній частині L=20h14.		Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6Р13	Торцева фреза ГОСТ 26595-85	Універсально ділильна головка
035	Маркувальна 1. Маркувати номінальний розмір інструменту		Клеймильний напівавтомат мод. 36А		
040	Термічна 1. Гартувати деталь		Термічний агрегат напівавтоматичний мод. ТА-100		

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

045	Шліфувальна 1. Шліфувати центровий отвір $\leq 60^\circ$, та отвір на хвостовику $\leq 60^\circ$		Центрошліфувальний верстат мод. ZSM 810	_____	Обертові центра ГОСТ 8742-75
050	Круглошліфувальна 1. Шліфування хвостовика на конус згідно креслення.		Круглошліфувальний верстат мод. 3М153	Шліфувальний круг 400×40×3 2 25А 10-П С2 7 К1А 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83	Шаблон, зразок шорсткості
055	035 Хіміко-термічна Оксидування	_____	Хіміко-термічний агрегат мод. ХТ-201	_____	_____
060	Контрольна 1. Контролювати технічні вимоги виробу.	_____	Стіл ВТК	_____	ШЦ-П-250-0.05 ГОСТ 166-89 МК50-1 ГОСТ 6507-90

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
------	------	----------	--------	------	------

2.5. Розрахунок режимів різання

Методика розрахунку проводиться по [5]

Однією із складових частин розробки технологічного процесу являється встановлення режимів різання і визначення норм часу на виконання заданої роботи.

На основі технічного нормування визначається виробнича потужність, потреба в обладнанні, інструментах і робочій силі.

Щоб отримати оптимальні норми часу на операцію, необхідно у повному обсязі використовувати ріжучі властивості інструменту і виробничі можливості технологічного обладнання.

Фактором, що впливає на вибір режимів різання, являються: матеріал, форма і жорсткість оброблюваної заготовки, вид інструменту і матеріал ріжучої частини, надійність закріплення заготовки на верстаті, потужність верстата.

Прийняті режими різання повинні повністю задовольняти технологічним умовам по відношенню заданого класу чистоти поверхні і точності обробки.,

Для визначення режимів різання спочатку встановлюють глибину різання, потім визначають допустиму подачу, після чого розраховують швидкість різання.

Режими різання визначають аналітичним, статичним (табличним) і графічним методом.

При аналітичному методі режими різання розраховуються за емпіричними формулами в залежності від виду обробки, оброблюваного матеріалу, форми заготовки, інструменту, інструментального матеріалу, верстата, технологічного обладнання, жорсткості системи «верстат – пристосування – інструмент – деталь», умов обробки і т.д.

При визначенні режимів різання статичним (табличним) методом користуються нормативними таблицями в залежності від вибраного типу виробництва і встановленого виду обробки заготовки.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табличним методом визначення режимів різання порівняно легше. Визначення режимів різання табличним методом широко використовується в виробничих умовах, тому що цей метод дає можливість прискорити розробку технологічних процесів і скоротити час підготовки до запуску виготовлення виробу.

Графічний спосіб визначення режимів різання засновано на застосуванні звичайного способу зображення в просторі або площині функціональних залежностей для показу фізико – технологічних і економіко – виробничих закономірностей процесу різання. Він дозволяє визначити і розрахувати режими різання.

При графічному методі розрахунки режимів різання використовують циклограми, селектори, розрахункові диски, графіки, номограми і т.д.

030 Горизонтально-фрезерна

Горизонтально – фрезерний напівавтомат мод. 6P13

Фрезерувати лиски на різальній частині.

Розрахунок

1. Довжина робочого ходу.

$$L_{p.x.} = L_{piz.} + u + L_{дод.} = 20 + 27 + 3 = 50\text{мм}$$

де: $L_{piz.} = 20\text{мм}$ – довжина різання.

$u = 27\text{мм}$ – величина врізання.

$L_{дод.} = 3\text{мм}$ – додаткова довжина ходу визвана налагодженням операції.

2. Ширина фрезерування.

$$B=20\text{мм}$$

3. Подача на зуб.

Нормативна

$$S_{зуб} = 0.05 \dots 0.06\text{мм/зуб} [1, \text{ст.83, К.Ф-2}]$$

Верстатна

$$S_{зуб} = 0,05\text{мм/зуб}$$

4. Стійкість інструменту.

$$T=120\text{хв} [1, \text{ст.87, К.Ф-3}]$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Швидкість різання.

Нормативна

$$V_{н.с} = V_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 155 \cdot 1.3 \cdot 1.0 \cdot 0.9 = 181.35 \text{ м/хв}$$

де: $V_{таб} = 155 \text{ м/хв}$ [1, ст.99, К.Ф-4]

$K_1 = 1.3$ – коефіцієнт який залежить від розмірів оброблення [1, ст.98, К.Ф-4]

$K_2 = 1$ – коефіцієнт який залежить від обробляє мого матеріалу [1, ст.100, К.Ф-4]

$K_3 = 0.9$ - коефіцієнт який залежить від стійкості і матеріалу інструменту [1, ст.100, К.Ф-4]

6. Частота обертання шпинделя:

Нормативна

$$n_c = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 181.35}{3.14 \cdot 120} = 481.18 \text{ хв}^{-1}$$

Верстатна

$$n_B = 500 \text{ хв}^{-1}$$

7. Швидкість різання верстатна:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 120 \cdot 500}{1000} = 188.4 \text{ м/хв}$$

8. Подача хвилинна:

Нормативна

$$S_{XB} = S_Z \cdot Z \cdot n = 0.05 \cdot 12 \cdot 500 = 300 \text{ мм/зуб}$$

Верстатна

$$S_{XB} = 300 \text{ мм/зуб}$$

9. Подача верстатна на зуб

$$S_{зуб} = \frac{S_{XB}}{Z \cdot n} = \frac{300}{12 \cdot 500} = 0.05 \text{ мм/зуб}$$

10. Час машинний

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{S_{XB}} = \frac{50}{300} = 0,166 \text{ хв}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

11. Потужність різання

$$N_{\text{різ}} = E \cdot \frac{V \cdot t \cdot Z_u}{1000} \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,11 \cdot \frac{188,4 \cdot 3,5 \cdot 12}{1000} \cdot 1,4 \cdot 0,95 = 1,05 \text{ кВт}$$

де: $E = 0,1$ – величина, визначається за таблицею. [1 ст.102]

$K_1 = 1,4$ – коефіцієнт, який залежить від оброблюваного матеріал.

$K_2 = 0,95$ – коефіцієнт, який залежить від швидкості різання.

$V = 188,4 \text{ м/хв.}$ – швидкість різання.

$Z_u = 12$ – число зубців фрези.

$t = 3,5 \text{ мм}$ – максимальна глибина фрезерування.

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{кр}}$$

$$N_{\text{кр}} = 1,2 \cdot N_{\text{дв}} \cdot \eta = 1,2 \cdot 7,5 \cdot 0,95 = 5,55 \text{ кВт}$$

$$1,05 \text{ кВт} \leq 5,55 \text{ кВт}$$

12. Визначення сили різання:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3,5^1 \cdot 0,05^{0,75} \cdot 20^{1,1} \cdot 12}{120^{1,3} \cdot 500^{0,2}} \cdot 1,084$$

$$= 612,8 \text{ Н}$$

Значення коефіцієнтів та показників знаходимо по [5, ст.291, таб.41]

$$C_p = 825$$

$$x = 1$$

$$y = 0,75$$

$$u = 1,1$$

$$q = 1,3$$

$$w = 0,2$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,3} = 1,084$$

$$n = 0,3, [5, \text{ст.264, таб.2}]$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

025 Вертикально-фрезерна

Вертикально-фрезерний верстат мод. 6P13

Фрезерувати паз під пластину.

1. Довжина робочого ходу.

$$L_{p.x.} = L_{piz.} + u + L_{дод.} = 7 + 6 + 3 = 16\text{мм}$$

де: $L_{piz.} = 7\text{мм}$ — довжина різання.

$u = 6\text{мм}$ — величина врізання [1, ст.301]

$L_{дод.} = 3\text{мм}$ — додаткова довжина ходу визвана налагодженням операції.

2. Ширина фрезерування.

$$B=20\text{мм}$$

3. Подача на зуб.

$$S_{зуб} = 0.01 \dots 0.03\text{мм/зуб} [5, \text{ст.285, таб.36}]$$

4. Стійкість інструменту.

$$T=80\text{хв} [5, \text{ст.290, таб.40}]$$

5. Швидкість різання.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Поправочні коефіцієнти вибираємо з [5,ст.286, таб.39]

$$C_v=145$$

$$q=0.44$$

$$m=0.37$$

$$x=0.24$$

$$y=0.26$$

$$u=0.1$$

$$p=0.13$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Uv}$$

Коефіцієнт який враховує властивості матеріалу K_{Mv} [5, ст.261, таб.1]:

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{980} \right)^n$$

$K_r = 1.0$ — коефіцієнт який враховує групу сталі, [5, ст.262, таб.2]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

$n=0.3$ показник степеню, [5, ст.262, таб.2]

$$K_{Mv} = 1.084$$

$K_{Nv} = 0.9$ – коефіцієнт який враховує вплив поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.65$ – коефіцієнт який враховує вплив різального інструменту на швидкість різання.

$$K_v = 0.76 \cdot 0.9 \cdot 0.65 = 0.44$$

$$V = \frac{145 \cdot 10^q}{80^{0.37} \cdot 3^{0.24} \cdot 0.03^{0.26} \cdot 20^{0.1} \cdot 4^{0.13}} \cdot 0.44 = 45.7 \text{ м/хв}$$

6. Визначення сили різання:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

Значення коефіцієнтів та показників знаходимо по [5, ст.291, таб.41]

$$C_p = 12.5$$

$$x=0.85$$

$$y=0.75$$

$$u=1.0$$

$$q=0.73$$

$$w=-0.13$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0.3} = 1.084$$

$n=0.3$, [5, ст.264, таб.2]

$$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 2^{0.85} \cdot 0.03^{0.75} \cdot 20^1 \cdot 4}{10^{0.73} \cdot 1305^{-0.13}} \cdot 1.084 = 666.4 \text{ Н}$$

7. Визначення крутного моменту:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

$P_z = 666.4 \text{ Н}$ – сила різання;

$D=10 \text{ мм}$ – діаметр фрези.

$$M_{кр} = \frac{666.4 \cdot 10}{200} = 33.3 \text{ Нм}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

050 Круглошліфувальна

Круглошліфувальний верстат мод. 3М153

Шліфувати поверхню конічного хвостовика.

Розрахунок

1. Довжина робочого ходу.

$$L_{p.x.} = L_{piz.} + y + L_{дод.} = 0.238 + 0.3 + 0.1 = 0.638\text{мм}$$

де: $L_{piz.} = 0.238\text{мм}$ — довжина різання.

$y = 0.3\text{мм}$ — величина врізання.

$L_{дод.} = 0.1\text{мм}$ — додаткова довжина ходу визвана налагодженням операції.

2. Ширина шліфування.

$$B = 86\text{мм}$$

3. Подача хвилинна.

Нормативна

$$S_{хв} = S_{хв.таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1.7 \cdot 1.1 \cdot 0.5 \cdot 0.9 = 0.68\text{мм/хв}$$

де: $S_{хв.таб} = 1.7\text{мм/хв}$ — подача хвилинна таблична. [1, ст.174, К.Ш-1]

$K_1 = 1.0$ - коефіцієнт який залежить від матеріалу [1, ст.174, К.Ш-1]

$K_2 = 0.5$ — коефіцієнт який залежить від стійкості інструменту [1, ст.175, К.Ш-1]

$K_3 = 0.8$ коефіцієнт який залежить від діаметра і характеристики круга [1, ст.175, К.Ш-1]

Верстатна

$$S_{хв.в} = 0.60\text{мм/хв}$$

4. Швидкість різання круга .

$$V_{кр} = 35\text{м/с} [1, \text{ст.301, таб.55}]$$

5. Частота обертання круга.

Нормативна

$$n_{кр.н} = \frac{1000 \cdot V \cdot 60}{\pi \cdot D_k} = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{3,14 \cdot 400} = 1671.97\text{хв}^{-1}$$

Верстатна

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{кр.в} = 1600 \text{хв}^{-1}$$

6. Швидкість різання.

$$V = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60} = \frac{3.14 \cdot 400 \cdot 1600}{1000 \cdot 60} = 33.49 \text{м/с}$$

7. Швидкість заготовки.

$$V_{з.н.} = 15 - 55 \text{м/хв}$$

8. Частота обертання заготовки.

Нормативна

$$n_{з.н} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_3} = \frac{1000 \cdot 55}{3.14 \cdot 24.1} = 726.8 \text{хв}^{-1}$$

Верстатна

$$n_{з.в} = 700 \text{хв}^{-1}$$

9. Швидкість заготовки.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 24.1 \cdot 700}{1000} = 53 \text{м/хв}$$

10. Поперечна подача на оберт заготовки.

$$S_t = \frac{S_n}{n_{з.в}} = \frac{0.60}{700} = 0.00085 \text{мм}$$

11. Час машинний.

$$t_m = \frac{L_{р.х.}}{S_{хв}} \cdot K = \frac{0.638}{0.85} \cdot 1.2 = 0.9 \text{хв}$$

$K=1.2$ – коефіцієнт використання.

12. Потужність різання.

$$N_{різ} = C_N \cdot V^r \cdot S_p^y \cdot d^q \cdot b^z = 0.14 \cdot 55^{0.8} \cdot 0.00085 \cdot 24.1^{0.2} \cdot 86^1 = 0.33 \text{кВт}$$

Значення показників знаходимо за [5, ст.303, таб.56]

$$C_N = 0.14$$

$$r = 0.8$$

$$x = 0.8$$

$$y = -$$

$$q = 0.2$$

$$z = 1.0$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

$$N_{\text{різ}} \leq N_B$$

$$N_B = 1.2 \cdot N_{\text{дв}} \cdot \eta = 1.2 \cdot 7.5 \cdot 0.95 = 8.55 \text{ кВт}$$

$$0,33 \text{ кВт} \leq 8.55 \text{ кВт}$$

2.6. Розрахунок операційного часу

030 Горизонтально-фрезерна

1. Час машинний.

$$t_m = 0,166 \text{ хв}$$

2. Час допоміжний на операцію.

$$t_d = n_z \cdot t_{\text{д.т}} + (n_z + 1) \cdot t_{\text{п.д.г}} + t_{\text{у.щ}} = 6 \cdot 0,18 + (2 + 1) \cdot 0,04 + 0,06 \\ = 1.26 \text{ хв}$$

$$t_{\text{д.т}} = 0.18 \text{ хв} \text{ — час допоміжний табличний [7, ст.108, К31, П2]}$$

$$n_z = 2 \text{ — число лисок.}$$

$$t_{\text{п.д.г}} = 0,04 \text{ — час на поворот ділильної головки [7, ст.109, К31, П17]}$$

$$t_{\text{у.щ}} = 0,06 \text{ — час на установку щитка [7, ст.109, К31, П19]}$$

3. Час оперативний.

$$t_{\text{оп}} = t_m + t_d = 0.11 + 1.26 = 1.37 \text{ хв}$$

4. Час на обслуговування робочого місця.

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{оп}} \cdot \frac{a_{\text{обс}}}{100} = 1.37 \cdot \frac{3,5}{100} = 0.04 \text{ хв}$$

$$a_{\text{обс}} = 3,5\% \text{ — час на обслуговування робочого місця [7, ст.110, К32, П2]}$$

5. Час поштучний.

$$t_{\text{пшт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обс}} = 1.37 + 0.04 = 1.41 \text{ хв}$$

6. Час підготовчо-заклучний.

$$t_{\text{п.з}} = t_{\text{п.з1}} + t_{\text{п.з2}} + t_{\text{п.з3}} = 16 + 7 = 23 \text{ хв}$$

$$t_{\text{п.з1}} = 17 \text{ хв} \text{ — час на установлення деталі [7, ст.111, К32, П7]}$$

$$t_{\text{п.з2}} = 7 \text{ хв} \text{ — час на отримання інструменту [7, ст.111, К32, П24]}$$

7. Час поштучнокалькуляційни.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{пшт.к}} = t_{\text{пшт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n_{\text{в.п}}} = 1.41 + \frac{23}{1000} = 1.43 \text{хв}$$

$n_{\text{в.п}} = 1000$ – виробнича партія.

050 Круглошліфувальна

1. Час машинний.

$$t_{\text{м}} = 0,9 \text{хв}$$

2. Час допоміжний на операцію.

$$t_{\text{д}} = k_{\text{д}} \cdot t_{\text{д.т}} = 0.17 \cdot 1,15 = 0,19 \text{хв}$$

$t_{\text{д.т}} = 0.26 \text{хв}$ – час допоміжний табличний [7, ст.126, К44, П14]

$k_{\text{д}} = 1.15$ – коефіцієнт, що враховує характер серійності робіт
[7, ст.31, К1, П1]

3. Час оперативний.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{м}} + t_{\text{д}} = 0.9 + 0.19 = 1,09 \text{хв}$$

4. Час на обслуговування робочого місця.

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{оп}} \cdot \frac{a_{\text{обс}}}{100} = 1,09 \cdot \frac{9}{100} = 0.1 \text{хв}$$

$a_{\text{обс}} = 9\%$ – часна обслуговування робочого місця [7, ст.130, К45]

5. Час поштучний.

$$t_{\text{пшт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обс}} = 1,09 + 0.1 = 1,19 \text{хв}$$

6. Час підготовчо-заклучний.

$$t_{\text{п.з}} = t_{\text{п.з1}} + t_{\text{п.з2}} + t_{\text{п.з3}} + t_{\text{п.з4}} + t_{\text{п.з5}} = 10 + 3 + 6 + 1 + 7 = 27 \text{хв}$$

$t_{\text{п.з1}} = 10 \text{хв}$ – час на установлення [7, ст.130, К45, П1]

$t_{\text{п.з2}} = 3 \text{хв}$ – час на поворот стола [7, ст.130, К45, П4]

$t_{\text{п.з3}} = 6 \text{хв}$ – час на установлення і зняття круга [9, ст.130, К45, П6]

$t_{\text{п.з4}} = 1 \text{хв}$ – час на правлення круга [7, ст.130, К45, П7]

$t_{\text{п.з5}} = 7 \text{хв}$ – час на отримання інструменту [7, ст.130, К45, П10]

7. Час поштучно-калькуляційний.

$$t_{\text{пшт.к}} = t_{\text{пшт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n_{\text{в.п}}} = 1,19 + \frac{27}{1000} = 1,21 \text{хв}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7. Визначення кутів установки державки фрези для фрезерування пазу під пластину.

При використанні негативних пластин необхідно для здійснення процесу різання при обробці певним чином зорієнтувати пластину відносно конструкторської установочної бази державки фрези. Для цього після вибору, відповідно до заданих умов обробки, певного типорозміру пластини здійснюють обробку державки фрези з метою отримання на ній опорної поверхні цієї пластини. Кількість граней пластини при заданих головному ϕ і допоміжному ϕ_1 кутах в плані фрези визначить форму пластини за кутом при вершині [2]:

$$\eta = \frac{180 \cdot (n - 2)}{n}$$

n – кількість граней

$$\eta = \frac{180 \cdot (3 - 2)}{3} = 60^\circ$$

Визначають величину кута θ , який характеризує положення осі симетрії пластини відносно головної різальної кромки фрези. Значення цих параметрів знаходять за наближеними залежностями:

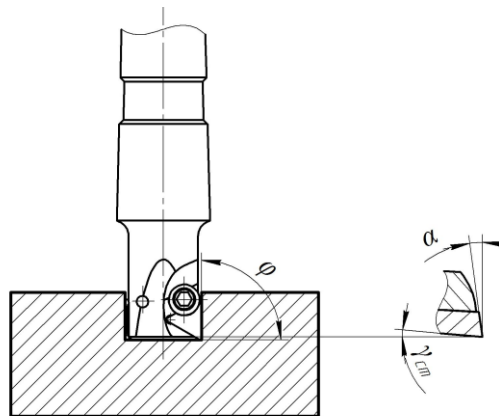


Рисунок. 2.2 – Утворення кутів різальної частини у фрез з багатограними пластинами: геометричні параметри фрези

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$tg\theta = \frac{tg\alpha \cdot \sin\eta}{tg\alpha_1 + tg\alpha \cdot \cos\eta}$$

$$tg\theta = \frac{tg11^\circ \cdot \sin60^\circ}{tg11^\circ + tg11^\circ \cdot \cos60^\circ} = 0.027$$

де η – кут при вершині багатогранної пластини.

Кут нахилу різальної кромки визначають за формулою:

$$\lambda = \arctg \frac{tg\alpha}{tg\theta} = \arctg \frac{tg11^\circ}{tg0.027} = 1^\circ 32'$$

При використанні пластин з плоскою поверхнею (без лунок) різець матиме від'ємний передній кут, який дорівнює величині заднього кута α .

Установку корпусу на фрезерному верстаті виконують, орієнтуючи її у двох взаємно перпендикулярних площинах з кутами:

$$\omega_1 = \arctg \frac{tg\alpha}{\cos\lambda} \cdot \cos\varphi + tg\lambda \cdot \sin\varphi$$

$$\omega_1 = \arctg \frac{tg11^\circ}{\cos0.027} \cdot \cos60^\circ + tg0.027 \cdot \sin60^\circ = 0.119 \text{ рад} = 6^\circ 46'$$

$$\omega_2 = \arctg \frac{tg\alpha}{\cos\lambda} \cdot \sin\varphi - tg\lambda \cdot \cos\varphi$$

$$\omega_2 = \arctg \frac{tg11^\circ}{\cos0.027} \cdot \sin60^\circ - tg0.027 \cdot \cos60^\circ = 0.18 \text{ рад} = 10^\circ 12'$$

В ділильній головці на верстаті ці повороти реалізуються виконанням двох поворотів:

– у площині, яка проходить уздовж поздовжньої осі симетрії корпусу фрези перпендикулярно до установочної конструкторської бази державки, на кут ω_1 ;

– у площині, перпендикулярній до поздовжньої осі симетрії і установочної конструкторської бази корпусу, на кут ω_2 .

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

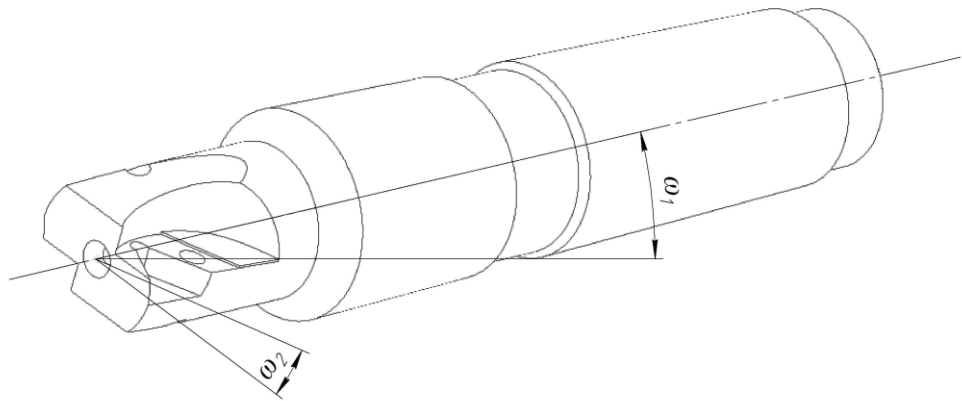


Рисунок 2.3 – Фрезерування опорної поверхні під пластину на корпусі фрези

Таким чином, опорна поверхня паза під пластину займає положення, паралельне площині фрезерування.

2.8. Керуюча програма для обробки на верстаті з ЧПК

Першим етапом в розробці програми в програмі FeatureCAM є вибір заготовки. Розміри заготовки вибираємо виходячи з умов обробки.

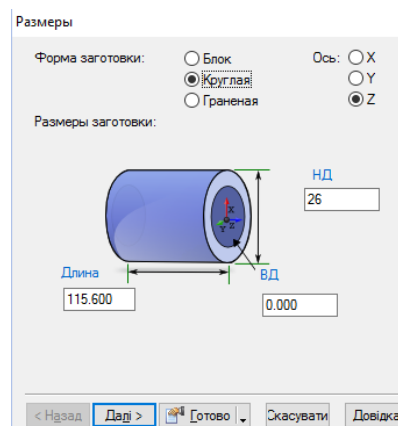


Рисунок 2.4 – Розміри заготовки

Після вибору заготовки на робочій площині креслимо контур деталі яку нам потрібно обробити. Для цього виберемо на панелі інструментів "Геометрия" після чого з'явиться вікно "Инструменты построения геометрии" і виберемо "непрерывная линия".

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

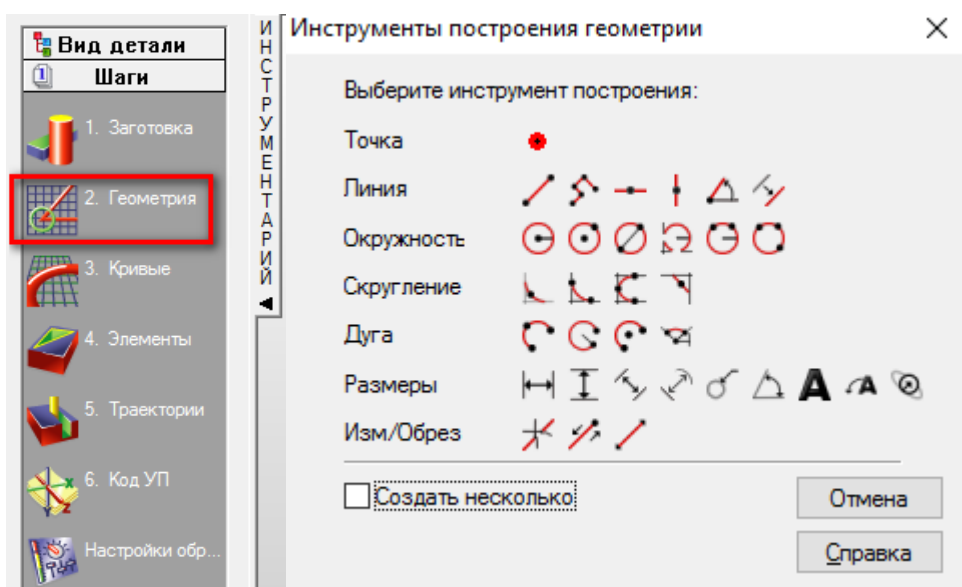


Рисунок 2.5 – Побудова контуру

Після того як контур накреслений потрібно лінії з яких він складається об'єднати в контур. Для того вибираємо на панелі інструментів "Кривые" у вікні якого вибираємо "Объединить отрезки в замкнутую границу с помощью одного щелчка мыши".

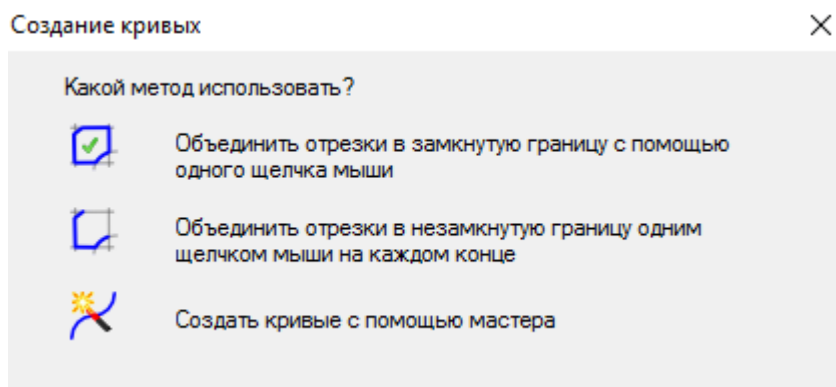


Рисунок 2.6 – Об'єднання кривих

Тепер потрібно вибрати тип обробки і вказати необхідний контур для обробки. Для цього на панелі інструментів вибираємо "Элементы" у вікні якого вибираємо тип обробки "Точение".

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

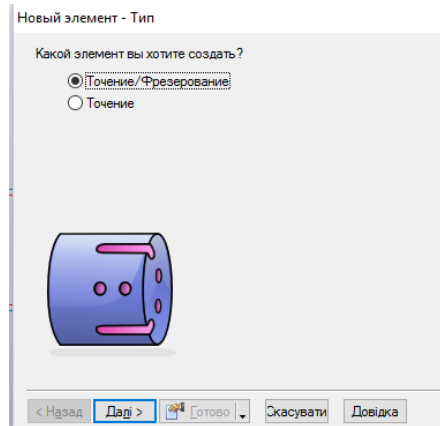


Рисунок 2.7 – Вибір типу обробки

В наступному вікні ми вибираємо криву яка буде межею для елементу "Точіння".

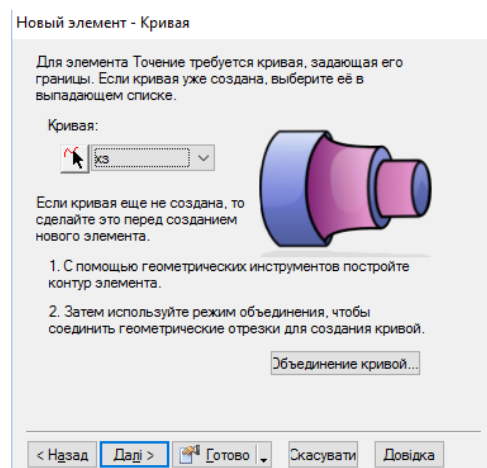


Рисунок 2.8 – Вибір кривої

В подальшому ми вибираємо стратегію обробки елемента "Точіння". Також обираємо які операції будемо проводити (чорновий прохід, чистовий прохід чи напівчистовий). В наступному кроці програма нам повідомить які операції вона проведе (Рис. 2.9)

Після того як ми вказали програмі які потрібно виконати операції ми переходимо до вибору інструменту. У новому вікні програма пропонує вибрати інструмент самостійно з можливістю задання потрібних нам параметрів або прийняти інструмент який нам пропонує програма(Рис. 2.10).

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Новый элемент - Стратегии

Выберите стратегии обработки элемента Точение

☐ Исп. циклы ☒ Исп. профиль в повт. циклах

Цикл: ☒ Точение ☐ Торцев ☐ Обратн.торцев

Траектория: ☒ Точение ☐ Обработка паза ☐ Смещение ☐ Кругл. пластина

Операции

☒ Черновой проход ☐ Корр. РИ

Напр. подачи: ☒ Отрицат. ☐ Положит.

☐ Полушест. проход ☐ Корр. РИ

Напр. подачи: ☒ Отрицат. ☐ Положит.

☒ Чистовой проход ☐ Использовать чист

☒ Традиц. ☐ Корр. РИ

Напр. подачи: ☒ Отрицат. ☐ Положит.

☐ Без тормож.

< Назад **Далі >** Готово

Рисунок 2.9 – Стратегія обробки

Новый элемент - Инструмент по умолчанию

точение черн.

Для данной операции выбран следующий инструмент:

SW_Turn_80_RH

Параметры инструмента

Материал инстру. ТВЕРД_СППДВ

Угол 5.0 град.

Тип резания Точение

Настр. под руку ПРАВ.

Угол кромок 80.0 град.

Диам. вписанной 0.6250 дм

Радиус кромок 0.0313 дм

От кром. до осн.(F) 1.5000 дм

Длина 6.0000 дм

☒ Использовать инструмент по умолчанию

☐ Искать другой инструмент или создать новый

< Назад **Далі >** Готово

Рисунок 2.10 – Вибір інструменту

Останнім етапом перед моделюванням процесу різання є вибір режимів різання до яких входять подача та швидкість обробки заготовки.

Новый элемент - Подача/Скорость

точение черн.

Напр-е шпинделя ЧС ☐ Замена

Скорость

☒ Постоян. скор. пов-ти ☐ Диапазон Авто

Скорость обр-ки 0 м/мин ☐ Замена

Максимальная 5200 об/мин ☐ Замена

Скорость подхода 1000 об/мин ☐ Замена

Подачи

☒ Исп. мм/об

Скор. подачи 0.000 мм/об ☐ Замена

Подача врезания 0.000 мм/об ☐ Замена

Подача отвода 0.000 мм/об ☐ Замена

< Назад **Далі >** Готово

Рисунок 2.11 – Вибір режимів різання

Дальше проводиться моделювання процесу обробки і програма видає код програми яка застосовується на верстатах ЧПК. Код програми можна скопіювати та вставити в текстовий редактор а також FeatureCAM пропонує зберегти код програми в файл. В додатку 1 приведено програму для обробки операції 020

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2.9. Дослідження сил діючих на фрезу в процесі різання

В процесі різання на фрезу діє колова сила різання P_z , радіальна сила P_y , осьова сила P_x та крутний момент $M_{кр}$. Для їх розрахунку використаємо попередньо вибрані режими різання для кінцевої фрези (п.2.1)

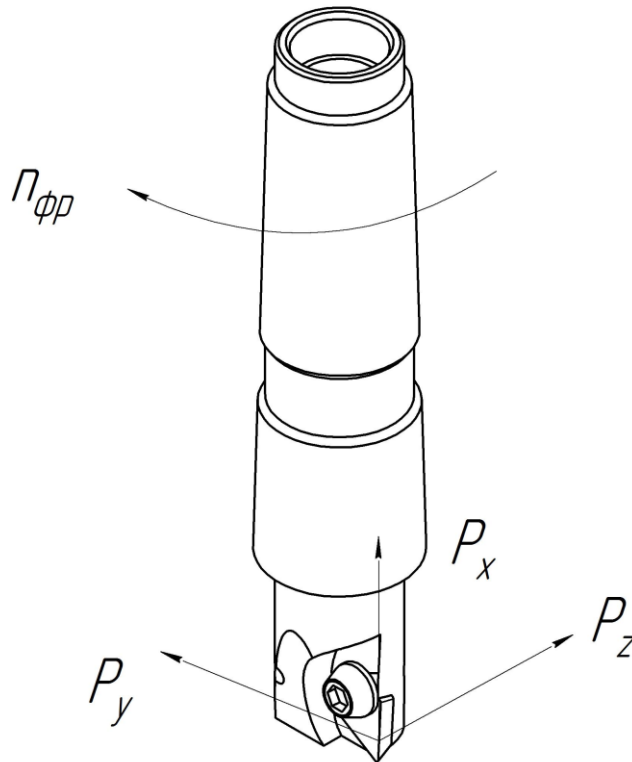


Рисунок 2.12 – Сили які діють на фрезу

- Подача на зуб – $S=0,06\text{мм/зуб}$;
- Швидкість різання – $V=40\text{м/хв}$;
- Глибина фрезерування – $t=1,5\text{мм}$;
- Ширина фрезерування – $B=20\text{мм}$.

Розрахуємо колову силу різання [5]:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

Значення коефіцієнтів та показників знаходимо по [5, ст.291, таб.41]

$$C_p = 12.5$$

$$x=0.85$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$y=0.75$$

$$u=1.0$$

$$q=0.73$$

$$w=-0.13$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0.3} = 1.084$$

$$n=0.3, [5, \text{ст.264, таб.2}]$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{\pi \cdot 20} = 636.94 \text{об/хв}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 2^{0.85} \cdot 0.06^{0.75} \cdot 20^1 \cdot 4}{10^{0.73} \cdot 636.94^{-0.13}} \cdot 1.084 = 510.52 \text{H}$$

Визначення осьової сили різання [5]:

$$P_y = 0.3 \cdot 510.52 = 153.15 \text{H}$$

Визначення осьової сили різання [5]:

$$P_x = 0.4 \cdot 510.52 = 204.2 \text{H}$$

Визначення крутного моменту [5]:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

$P_z = 510.52 \text{H}$ – сила різання;

$D=20 \text{мм}$ – діаметр фрези.

$$M_{кр} = \frac{510.52 \cdot 10}{200} = 51.02 \text{Нм}$$

Розрахунок результуючої сили різання:

$$P_{yz} = \sqrt{P_y^2 + P_z^2 + P_x^2} = \sqrt{153.15^2 + 510.52^2 + 204.2^2} = 570.77 \text{H}$$

Для дослідження сил діючих на фрезу в процесі різання використаємо програму Autodesk Inventor. В даній програмі ми навантажимо фрезу силами P_x , P_y та P_z які розраховували попередньо.

Для моделювання цього процесу використаємо 3D модель фрези яку ми створили на попередньому етапі дипломного проекту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

Для того щоб розпочати аналіз впливу геометричних параметрів на конструкцію необхідно на панелі інструментів вибрати вкладку "Среды" та вибрати "Анализ напряжений".

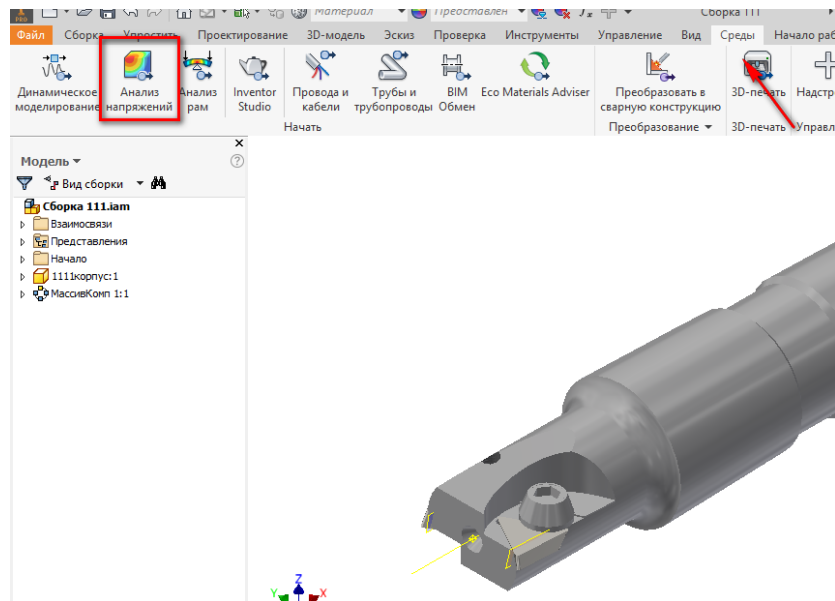


Рисунок 2.13 – Початок роботи

На наступному етапі нам потрібно накласти на фрезу залежності фіксації які позбавлять її руху.

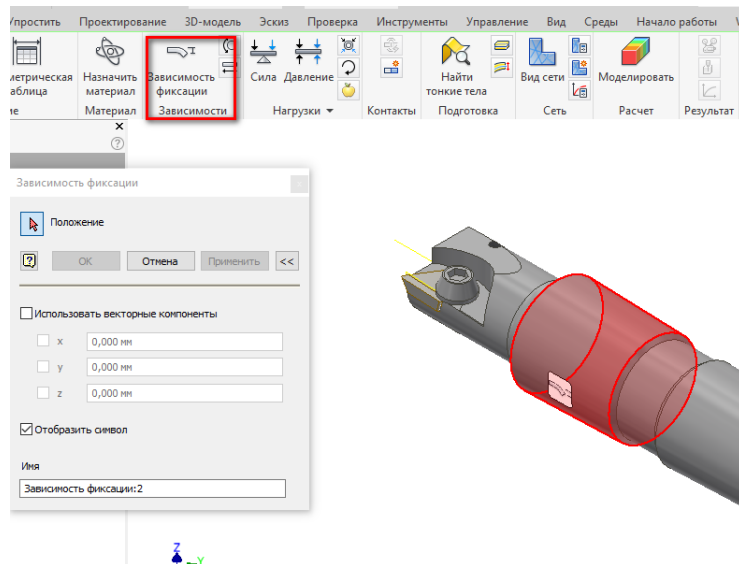


Рисунок 2.14 – Накладання залежностей

Прикладаємо сили P_x , P_y та P_z .

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

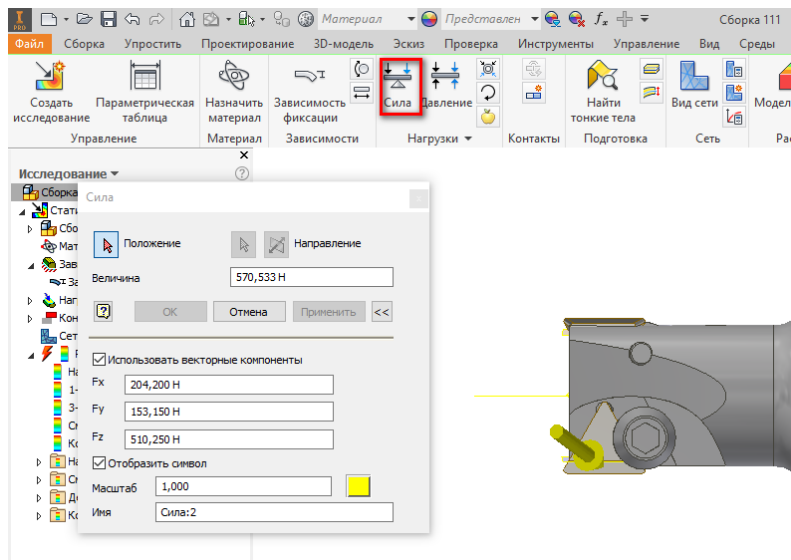


Рисунок 2.15 – Сили різання

Останнім етапом є сам процес моделювання. Після цього як ми змоделюємо процес навантаження програма видасть нам результат і запропонує його зберегти.

Результати моделювання наведені на плакаті (Вплив сил на фрезу в процесі різання)

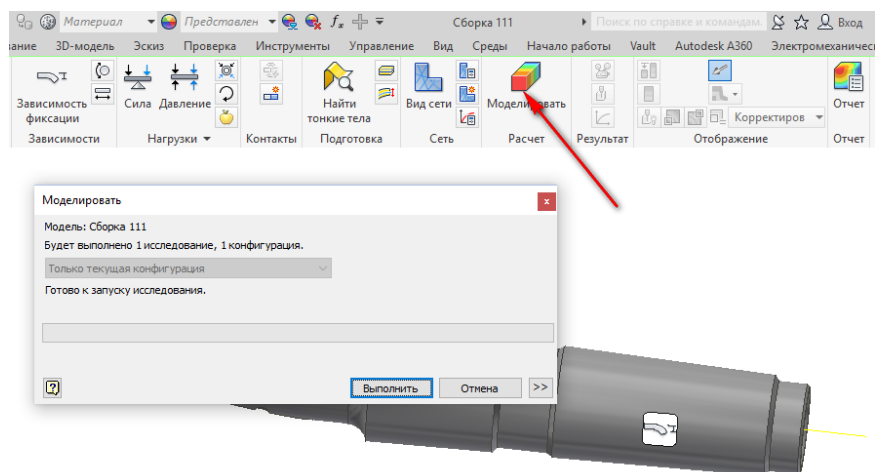


Рисунок 2.16. – Результаты моделирования

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.10.Складання кінцевої фрези

Після виготовлення корпусу фрези потрібно зібрати її.

В корпус (ДПБ.МІп61.01.02.001) вставляємо багатогранну пластину (19 6516 0357 110304) та фіксуємо їх за допомогою прихватів (ДПБ.МІп61.01.02.003) та гвинтів.



Рисунок 2.15 – Кінцева фреза з механічним кріпленням пластин

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ

Для операції 025 необхідно спроектувати пристрій верстатний спеціальний для фрезерування пазу під багатогранну пластину.

3.1. Схема установки заготовки.

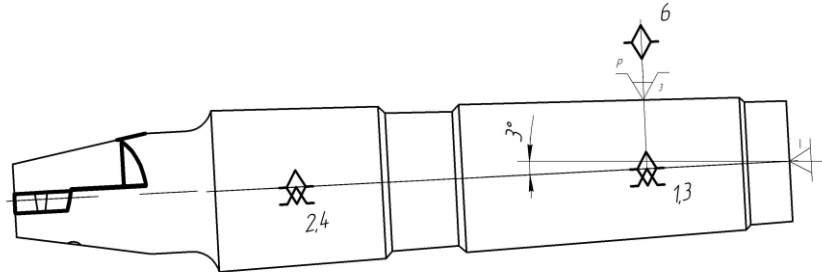


Рисунок 3.1 – Схема закріплення заготовки.

3.2. Розрахунок зусилля затиску в цанговому патроні

Зусилля яке потрібно для затиску заготовки [14]:

$$W = W_1 + W_2$$

де: W_1 – зусилля, необхідне для створення сили затиску заготовки усіма пелюстками цанги;

W_2 – зусилля, необхідне для створення сили F [14].

$$W_1 = Q \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)]$$

$$W_2 = F \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)$$

Q – сила затиску заготовки;

F – сила яка згинає пелюстки цанги на величину зазору;

$\alpha = 30^\circ$ – кут при вершині конуса цанги.

$\varphi = 6 \dots 8^\circ$ – кут тертя між конічною поверхнею цанги і стискаємою втулкою в град.

$$F = 2 \cdot 10^3 \frac{\delta \cdot D^3 \cdot S}{l^3}$$

$$Q = \frac{k \cdot M_{\text{кр}}}{f \cdot R}$$

Коефіцієнт запасу [3]:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

A detailed cross-sectional diagram of a mechanical joint, likely a bolted flange. The diagram shows a central bolted connection between two main components. A horizontal force W is applied to the left on the central bolted part. A horizontal dimension l is indicated from the center of the bolt to the point of application of a vertical force Q' . The vertical force Q' acts upwards. A vertical force Q acts downwards at the center of the bolt. A force F acts downwards at the bottom of the central part. A curved arrow indicates a moment $f_j(\varphi_1)$ around the central part. A dimension δ is indicated for the thickness of a layer, and a dimension 2α is indicated for the angle of a wedge-like feature.

$K_0 = 1.5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;
 $K_1 = 1,0$ – коефіцієнт який враховує величину сили різання;
 $K_2 = 1.7$ – коефіцієнт який враховує збільшення сили різання;
 $K_3 = 1.2$ – коефіцієнт який враховує сили різання при переривчастому шліфуванні;

R – радіус заготовки.

$$Q = \frac{3.9 \cdot 33.3}{0.14 \cdot 12} = 77.30H$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = 2 \cdot 10^3 \frac{0.2 \cdot 55^3 \cdot 3}{40^3} = 3120H$$

$$W_1 = 77.3 \cdot tg(30 + 6) = 56.16H$$

$$W_2 = 3120 \cdot tg(30 + 6) = 2266.81H$$

$$W = 56.16 + 2266 = 2322.97H$$

3.3. Зусилля затиску пневматичного пристрою

$$W_d = \left(\frac{0.75\pi}{16} \right) \cdot \pi \cdot (d + D)^2 \cdot p \cdot \eta$$

d=100мм – діаметр поршня;

D=125мм – діаметр циліндра;

p=0.4МПа – робочий тиск повітря;

η=0.95.

$$W_d = \left(\frac{0.75 \cdot 3.14}{16} \right) \cdot 3.14 \cdot (100 + 125)^2 \cdot 0.4 \cdot 0.95 = 4500H$$

$$W_d > W$$

$$4500H > 2322.97H$$

Вимога витрмана, зусилля пневматичного пристрою буде значно вище потрібної сили затиску.

3.4. Конструювання пристрою

- Компонування пристрою.
- Конструювання пристрою.
- Оформлення загального виду складального кресленика пристрою.
- Складання специфікації до складального пристрою.

Конструювання пристрою починаю в послідовності:

- Вибираю масштаб проектування М 1:1
- Вибираю формат - А1.
- Кількість проекцій – 2.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

- На кресленику вказую посадки спряжень деталей виробу та габаритні розміри, записую основні вимоги до пристрою.
- Складаю специфікацію згідно стандартів ГОСТ.

3.5. Будова та робота пристрою

Перед виконанням операції фрезерування пазу під багатогранну пластину пристрій встановлюється на столі фертимально-фрезерного верстату 6Р12 і його поворотна частина повертається на кут стружкових канавок $6^{\circ}46'$.

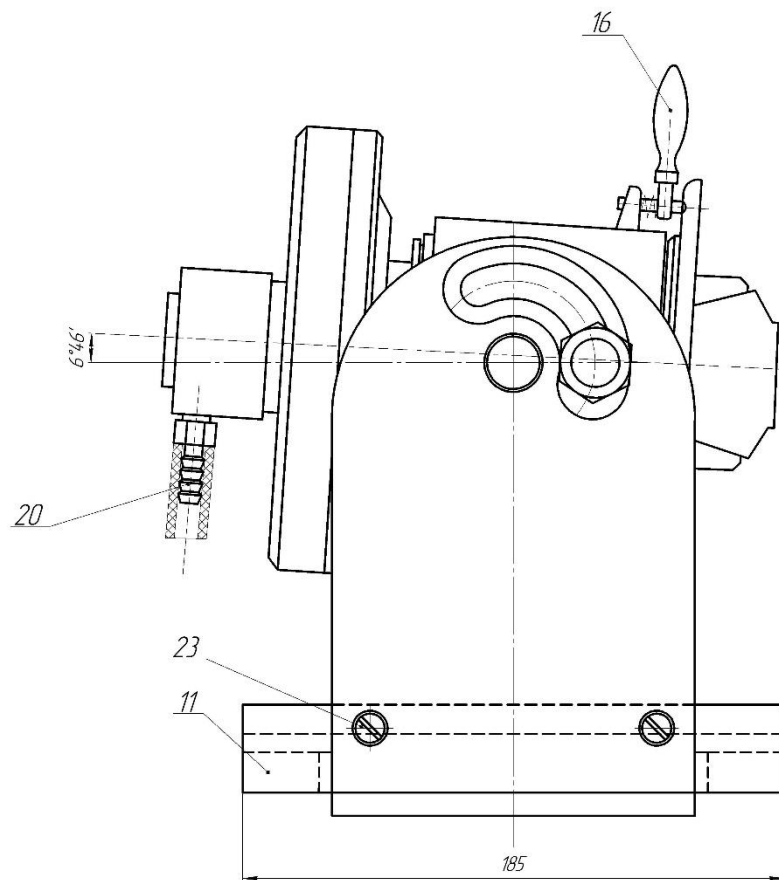


Рисунок 3.3 – Пристрій для фрезерування пазу під багатогранну пластину

Перед встановленням заготовки стиснуте повітря подається у безштокову порожнину пневмокамери в наслідок чого цанга піднімається у верх і її пелюстки знаходяться у розтисненому стані.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після встановлення заготовки в цанзі 17. Стиснуте повітря попадає в штокову порожнину пневмокамери і шток переміщаючи цангу в низ за рахунок клина цанг зумовлює силу закріплення заготовки по конусу Морзе.

Після фрезерування одного пазу, поворотну частину пристрою розфіксують і за допомогою маховика ділильного диска повертають відносно ділильного диска на 180° . Після чого зафіксують і проводять фрезерування наступного пазу під пластину.

Розтиск заготовки здійснюється при подачі стисненого повітря у без штокову порожнину пневмокамери. При чому шток з цангою переміщається у верх, пелюстки цанги силами пружності розводяться і розкріплюються.

Даний пристрій, для фрезерування пазу під багатогранну пластину забезпечує надійний затиск.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література:

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов: Справочник / Л.Я.Брахман. – М.:Машиностроение, 1972.-363с.
2. Бесарабець Ю.Й. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи. Фрезерування пазу під багатогранну непереточувану пластину. – К.: НТУУ"КПІ", 2014 – 20с.
3. Коваленко А.В. Станочные приспособления / Р.Н. Подшивалов. – М.: Машиностроение, 1986. – 154с.
4. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя Т.1 / Р.К. Мещеряков. - М.: Машиностроение, 1986.-656с.
5. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя Т.2 / Р.К. Мещеряков. - М.: Машиностроение, 1985.-496с.
6. Кузнецов Ю.И. Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ. М.: "Высшая школа" 1988. – 302с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени, вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 1974. – 424с.
8. Палей М.М. Технология шлифования и заточки режущего инструмента / М.М. Палей, Л.Г.Дибнер, М.Д. Фрид. – М.: Машиностроение, 1988. – 288с.
9. Равська Н.С. Технологія інструментального виробництва / [Н.С. Равська, П.П. Мельничук, Р.П. Родін]. – Житомир: Житомирський інженерно-технологічний інститут, 2001,-555с.
- 10.Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. К.: "Высшая школа", 1974. - 399.
- 11.Хаета Г.Л. Библиотека инструментальщика. Сборный твердосплавный инструмент. М.: Машиностроение, 1989. – 130с.
- 12.Паспорт вертикально-фрезерного верстату мод.6Р12.
- 13.<http://www.iscar.com/>

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. <http://studopedia.org/>

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А. Керуюча програма для верстату з ЧПК

N10 T1/01/ M6 ' CHANGE TO TOOL # 1

N15 S2000 M4 ' SET RPM TO 2000

N20 G0 X0.7165 Z0.143

N25 M8

N30 G1 X0.7165 Z-0.2556 F0.0079

N35 G1 X0.7751 Z-0.2797 F0.0079

N40 G2 X0.8008 Z-0.306 I0.7304 K-0.3068

N45 G1 X0.9071 Z-2.4319 F0.0079

N50 G1 X0.9567 Z-3.4162 F0.0079

N55 G1 X1.0236 Z-3.4162 F0.0079

N60 G1 X1.0515 Z-3.4023 F0.0079

N65 G0 X1.0515 Z0.143

N70 G1 X0.6566 Z0.143 F0.0079

N75 G1 X0.6566 Z-0.0064 F0.0079

N80 G1 X0.6959 Z-0.0261 F0.0079

N85 G2 X0.7165 Z-0.0509 I0.6462 K-0.0509

N90 G1 X0.7444 Z-0.037 F0.0079

N95 G0 X0.7444 Z0.1181

N100 G0 X0.4398 Z0.0965 T1/01/

N105 S1000 M4 'SET RPM TO 1000

N110 G1 X0.651 Z-0.0092 F0.0039

N115 G1 X0.6904 Z-0.0288 F0.0012

N120 G2 X0.7087 Z-0.0509 I0.6462 K-0.0509

N125 G1 X0.7087 Z-0.2574 F0.0039

N130 G1 X0.7701 Z-0.2827 F0.0039

N135 G2 X0.7929 Z-0.3061 I0.7304 K-0.3068 F0.0012

N140 G1 X0.8992 Z-2.432 F0.0039

N145 G1 X0.9488 Z-3.4163 F0.0039

N150 G1 X1.16 Z-3.3107 F0.0039

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N155 G0 X1.2598 Z-3.3107
 N160 G0 X9.8425 Z4.9213 T2/02/ ' CHANGE TO TOOL # 2
 N165 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
 N170 G0 X1.1354 Z-2.0501
 N175 G1 X0.8789 Z-2.0501 F0.0039
 N180 G0 X1.1354 Z-2.0501
 N185 G0 X1.1354 Z-2.1477
 N190 G1 X0.8236 Z-2.1477 F0.0039
 N195 G0 X1.1354 Z-2.1477
 N200 G0 X1.1354 Z-2.2453
 N205 G1 X0.8236 Z-2.2453 F0.0039
 N210 G0 X1.1354 Z-2.2453
 N215 G0 X1.1354 Z-2.3429
 N220 G1 X0.8236 Z-2.3429 F0.0039
 N225 G0 X1.1354 Z-2.3429
 N230 G0 X1.1354 Z-2.0501
 N235 G1 X0.8789 Z-2.0501 F0.0039
 N240 G1 X0.8236 Z-2.0883 F0.0039
 N245 G0 X1.1354 Z-2.0883
 N250 G0 X1.1354 Z-2.4009
 N255 G1 X0.8996 Z-2.4009 F0.0039
 N260 G1 X0.8236 Z-2.3651 F0.0039
 N265 G1 X0.8236 Z-2.0883 F0.0039
 N270 G0 X1.2438 Z-2.0883
 N275 G0 X9.8425 Z4.9213
 N280 M02

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б. Специфікація до робочого креслення фрези

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В. Специфікація до пристрою спеціального

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Г. Креслення прихвату

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Д. Операційні карти

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

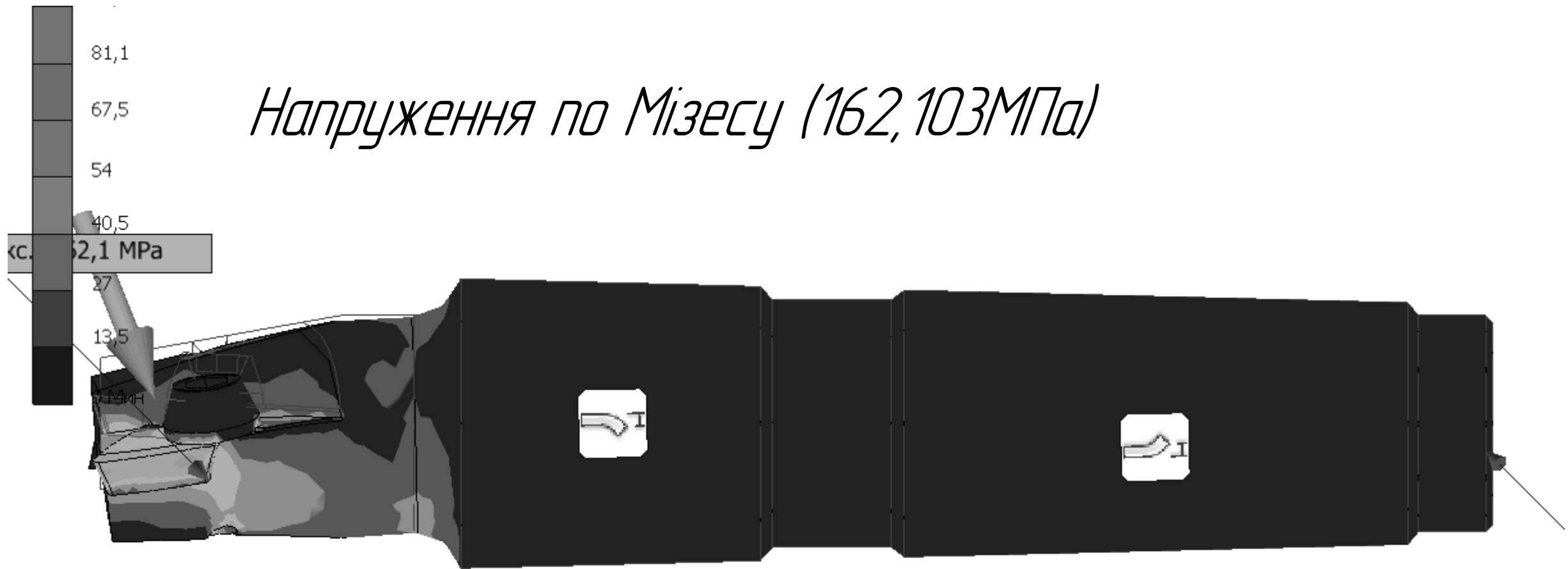
						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Е. Ескізні карти

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

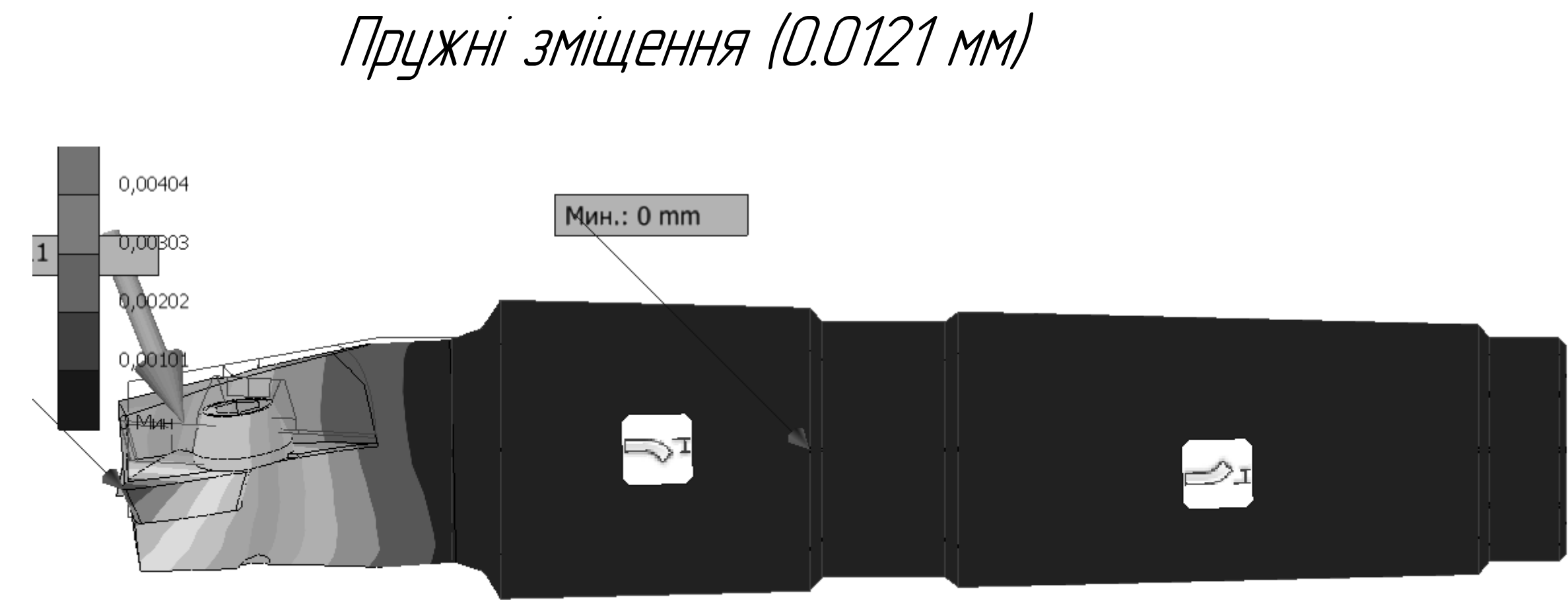
						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вплив сил на фрезу в процесі різання



Сила і момент реакції

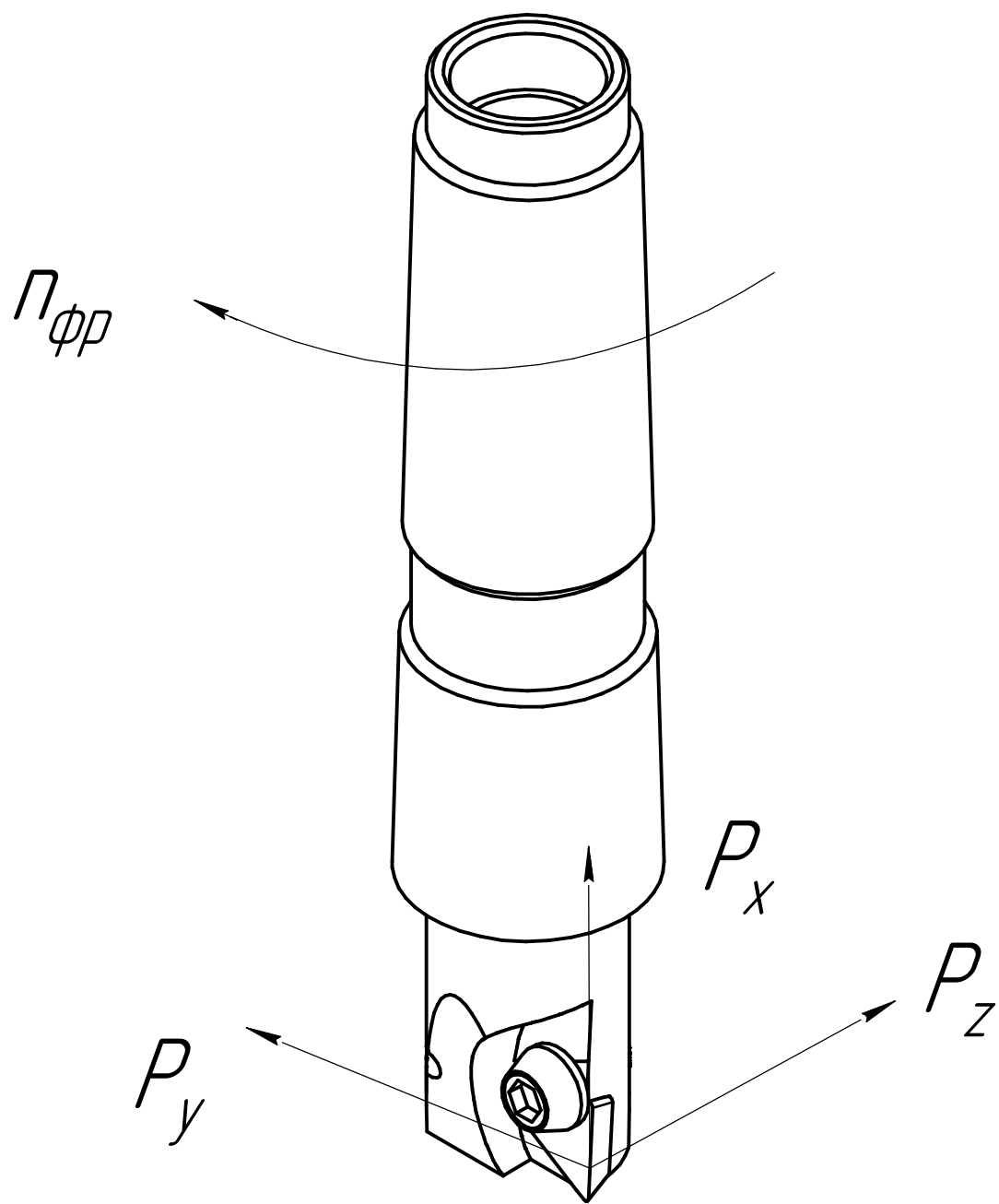
Имя зависимости	Сила реакции		Реактивный момент	
	Величина	Компонент (X,Y,Z)	Величина	Компонент (X,Y,Z)
Зависимость фиксации:1	570,774 Н	-204,2 Н	35,2808 Н м	-4,96795 Н м
		-153,15 Н		-32,8643 Н м
		-510,52 Н		11,8316 Н м



Результати досліджень

Результат

Имя	Минимальная	Максимальная
Объем	33658 мм ³	
Масса	0,261783 кг	
Напряжение по Мизесу	0,000000319134 МПа	162,105 МПа
1-ое основное напряжение	-80,8782 МПа	171,951 МПа
3-е основное напряжение	-247,054 МПа	28,5528 МПа
Смещение	0 мм	0,0121081 мм
Козфф. запаса прочности	1,84881 бр	15 бр
Напряжение XX	-137,683 МПа	113,727 МПа
Напряжение XY	-39,2373 МПа	37,7721 МПа
Напряжение XZ	-54,7626 МПа	59,9286 МПа
Напряжение YY	-145,536 МПа	146,097 МПа
Напряжение YZ	-40,5253 МПа	70,7444 МПа
Напряжение ZZ	-160,639 МПа	68,6812 МПа
Смещение по оси X	-0,00222794 мм	0,00228728 мм
Смещение по оси Y	-0,000818528 мм	0,00488279 мм
Смещение по оси Z	-0,0001026 мм	0,0110848 мм
Эквивалентная деформация	0,00000000000165112 бр	0,000591187 бр
1-ая основная деформация	-0,0000000000056175 бр	0,000691745 бр
3-я основная деформация	-0,000607589 бр	0,00000000000117529 бр
Деформация XX	-0,000423788 бр	0,000448188 бр
Деформация XY	-0,000242898 бр	0,000187968 бр
Деформация XZ	-0,000339006 бр	0,000370987 бр
Деформация YY	-0,000156166 бр	0,000367548 бр
Деформация YZ	-0,000197496 бр	0,000197763 бр
Деформация ZZ	-0,000321464 бр	0,000229669 бр
Контактное давление	0 МПа	276,842 МПа
Контактное давление по оси X	-117,016 МПа	114,422 МПа
Контактное давление по оси Y	-116,15 МПа	100,234 МПа
Контактное давление по оси Z	-107,805 МПа	223,737 МПа



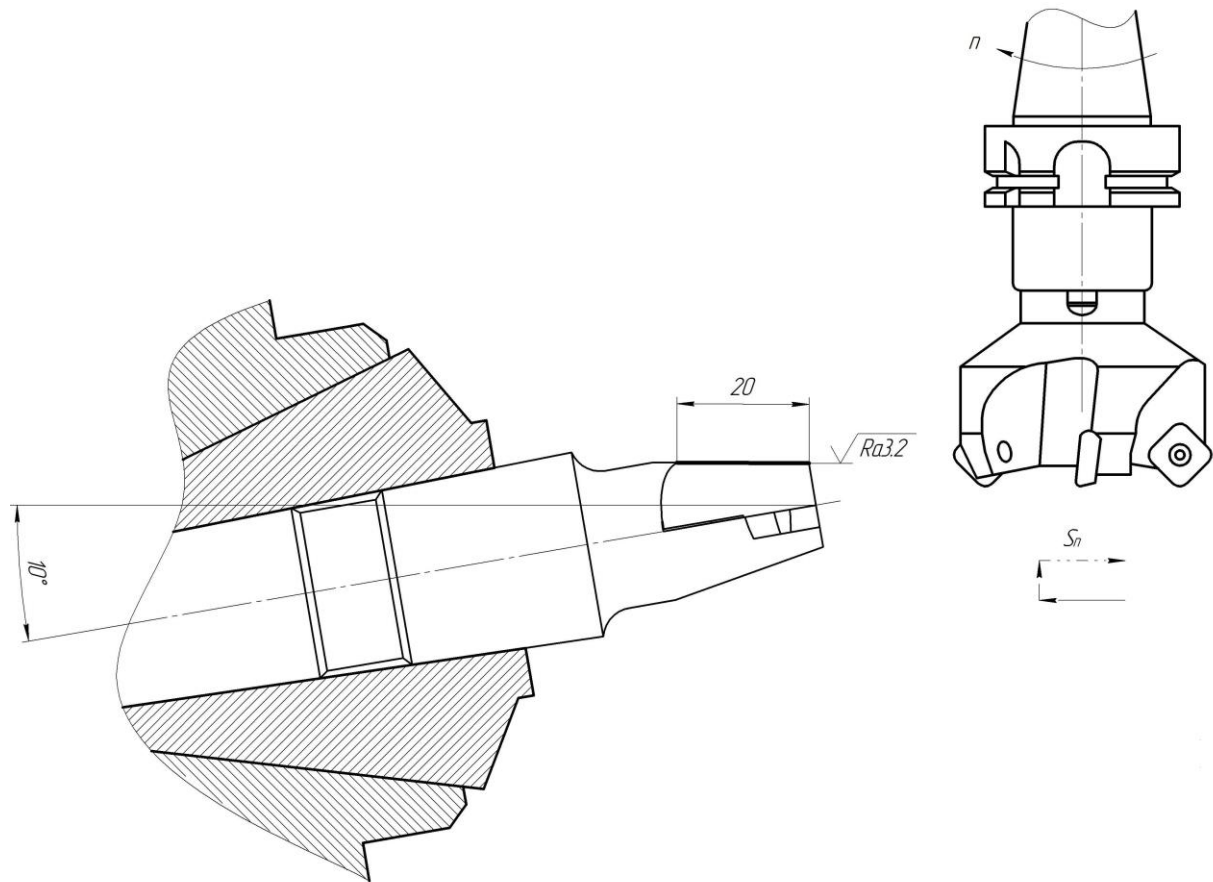
Сили які діють на фрезу

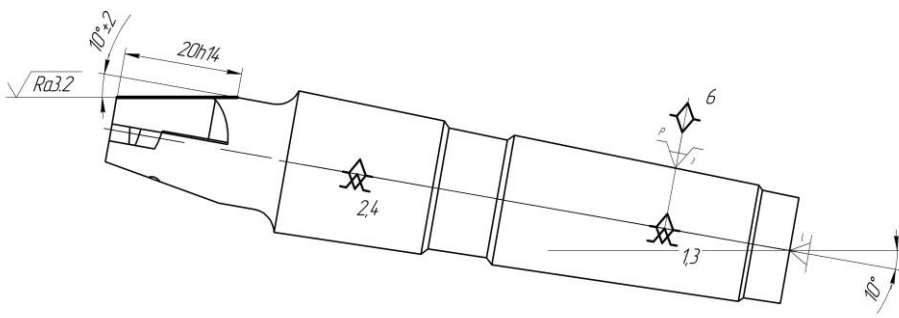


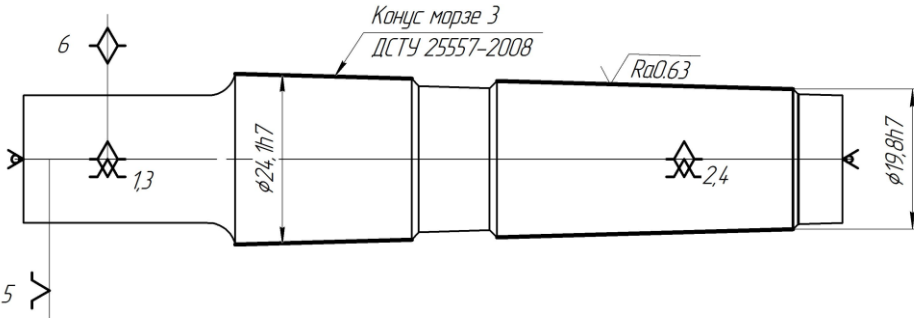
										ГОСТ 3.1406 – 86			Форма 3	
Дубл.										Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Романов В.М.													
Проверил	Івановський О.А													
Утв.						Кінцева фреза з механічним кріпленням пластин Ø20							050	
Н. контр.														

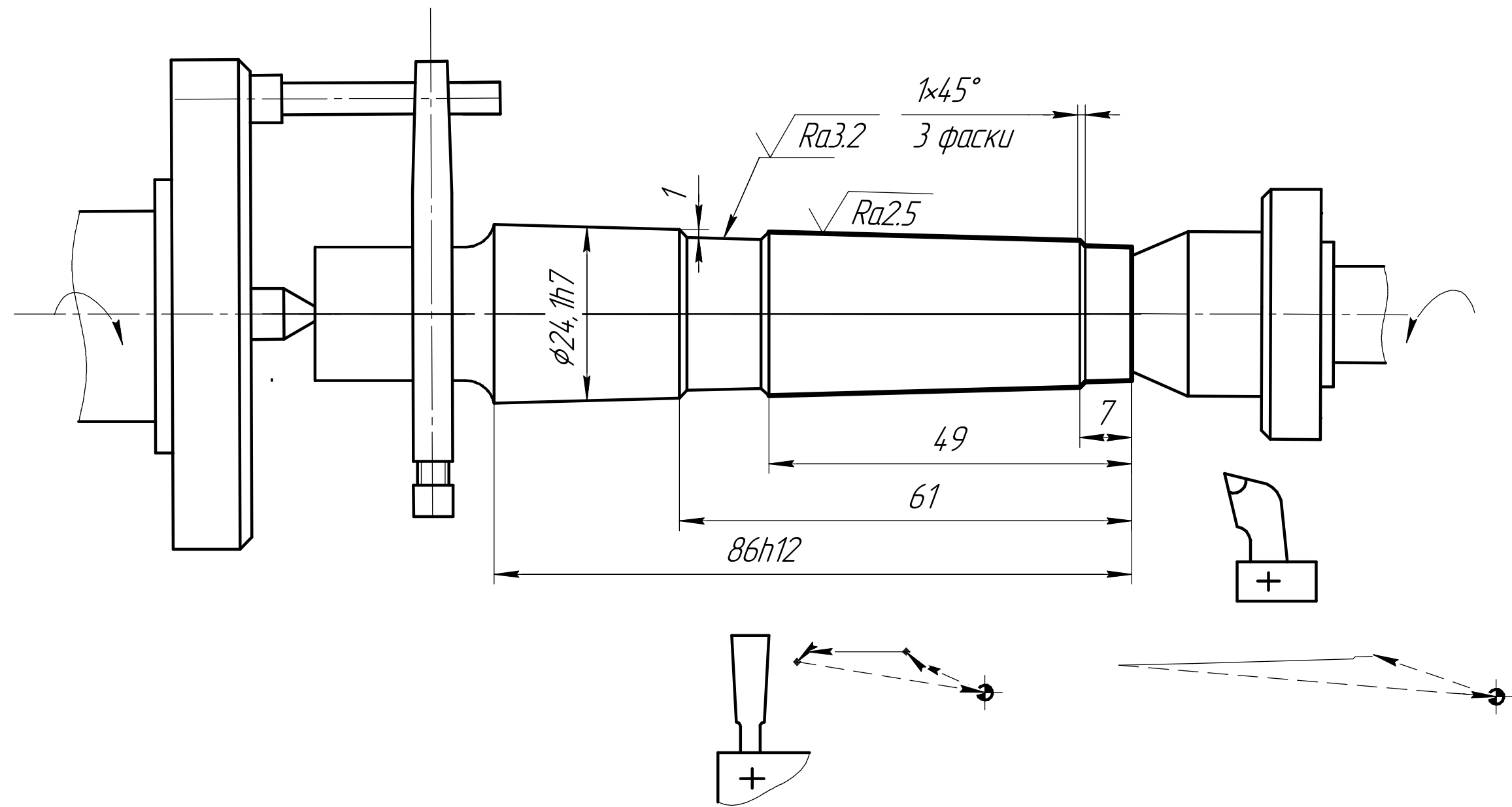
Technical drawing of a end mill with mechanical plate fasteners. The drawing includes a side view showing the tool's geometry with dimensions: a diameter of 23.825, a surface roughness of Ra0.8, a 34-degree angle, and a total length of 86. A top view shows the tool's profile with a textured cutting edge. A detail view shows the fastener mechanism with a pitch 'p' and a distance 'Sn'.

										ГОСТ 3.1406 – 86			Форма 3					
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Романов В.М.																	
Проверил	Івановський О.А																	
Утв.					Кінцева фреза з механічним кріпленням пластин Ø20													030
Н. контр.																		

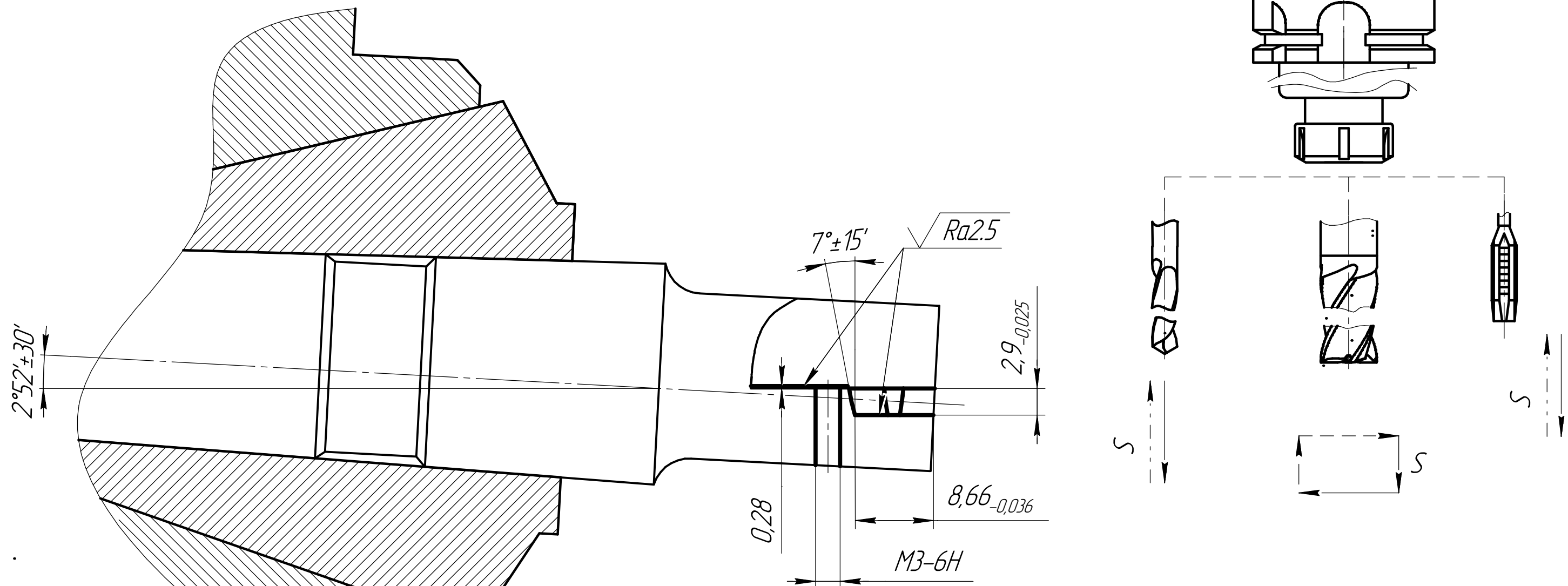


										1	1		
Разраб.	Романов В.М.			НТУУ КПІ ММІ МІ-п61									
Нормир.	Івановський О.А.												
					Кінцева фреза з механічним кріпленням пластин Ø20						ДП		
Н. контр.													
					Наименование операции				Материал				
					Фрезерна				Сталь 40Х				
					Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
					Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				
					Горизонтально– фрезерний верстат мод. 6Р13								
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
					0,166	1,26	23	1,43	Емульсія: 5% розчин				
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	v				
O01	1. Встановити і закріпити деталь												
T02	Універсально ділильна головка												
O03	2. Фрезерувати лиски на різальній частині L=20h14.												
T04	Торцева фреза ГОСТ 26595-85												
P05			20	50	3,5	1	0,25	500	188,4				
T06													
O07													
T08													
P09													
T10													
OK													

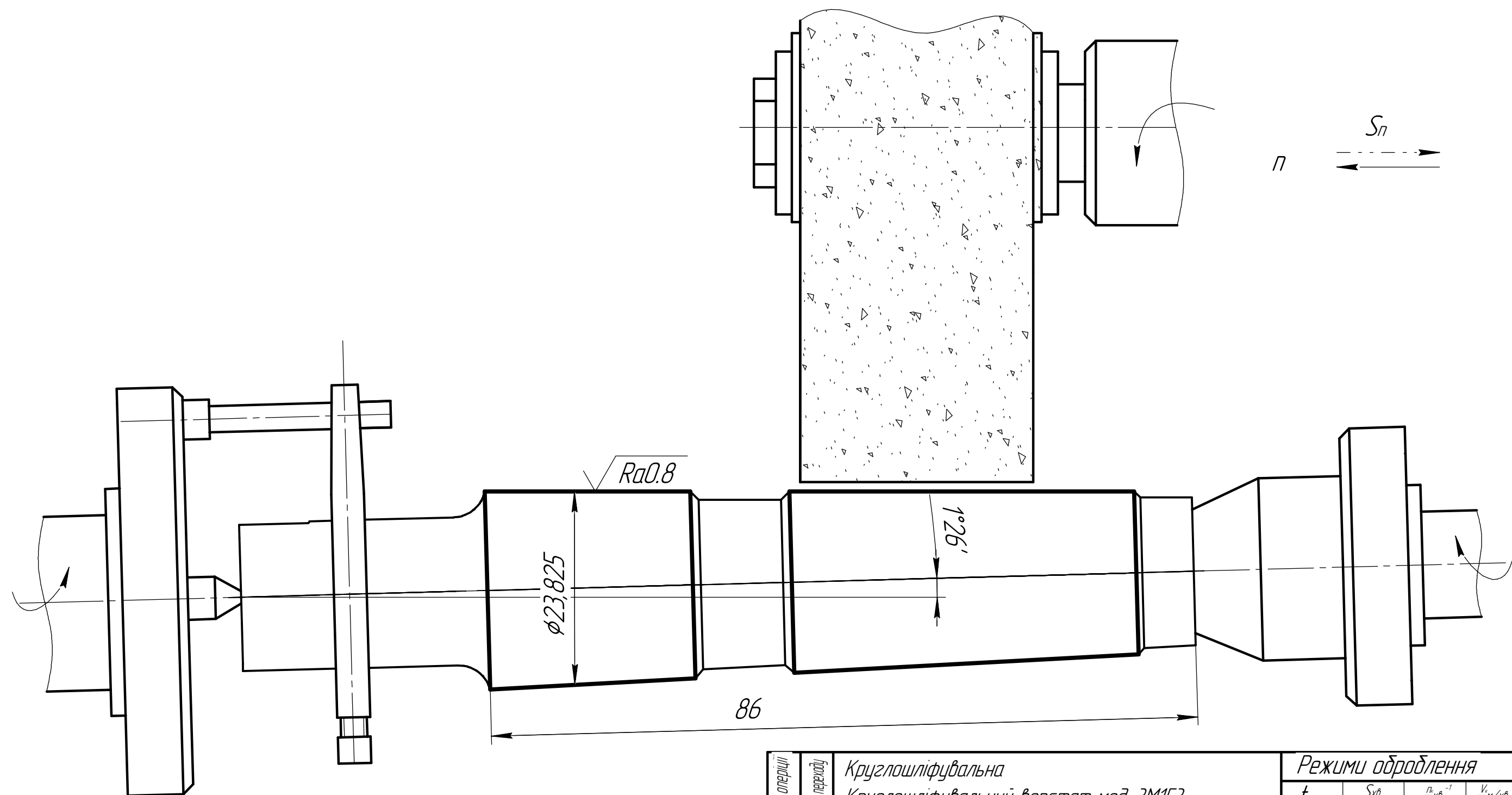
												1	1	
Разраб.	Романов В.М.			НТУУ КПІ ММІ МІ-п61										
Нормир.	Івановський О.А.													
				Кінцева фреза з механічним кріпленням пластин Ø20							ДП			050
					Наименование операции				Материал					
					круглошлифовальна				Сталь 40Х					
					Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД			
					Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы					
					Круглошлифовальный верстат мод. 3М153									
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
					0,9	0,09	1,19	1,2	Емульсія: 5% розчин					
P				ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v			
O01	1. Встановити і закріпити деталь													
T02	Обертові центра ГОСТ 8742-75													
O03	2. Шліфування хвостовика на конус згідно креслення.													
T04	Шліфува-льний круг400×40×32 25А 10-П С2 7 К1А 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83													
P05					86	0,638		1	0,68	700/1600	188,4			
T06														
O07														
T08														
P09														
T10														
OK														



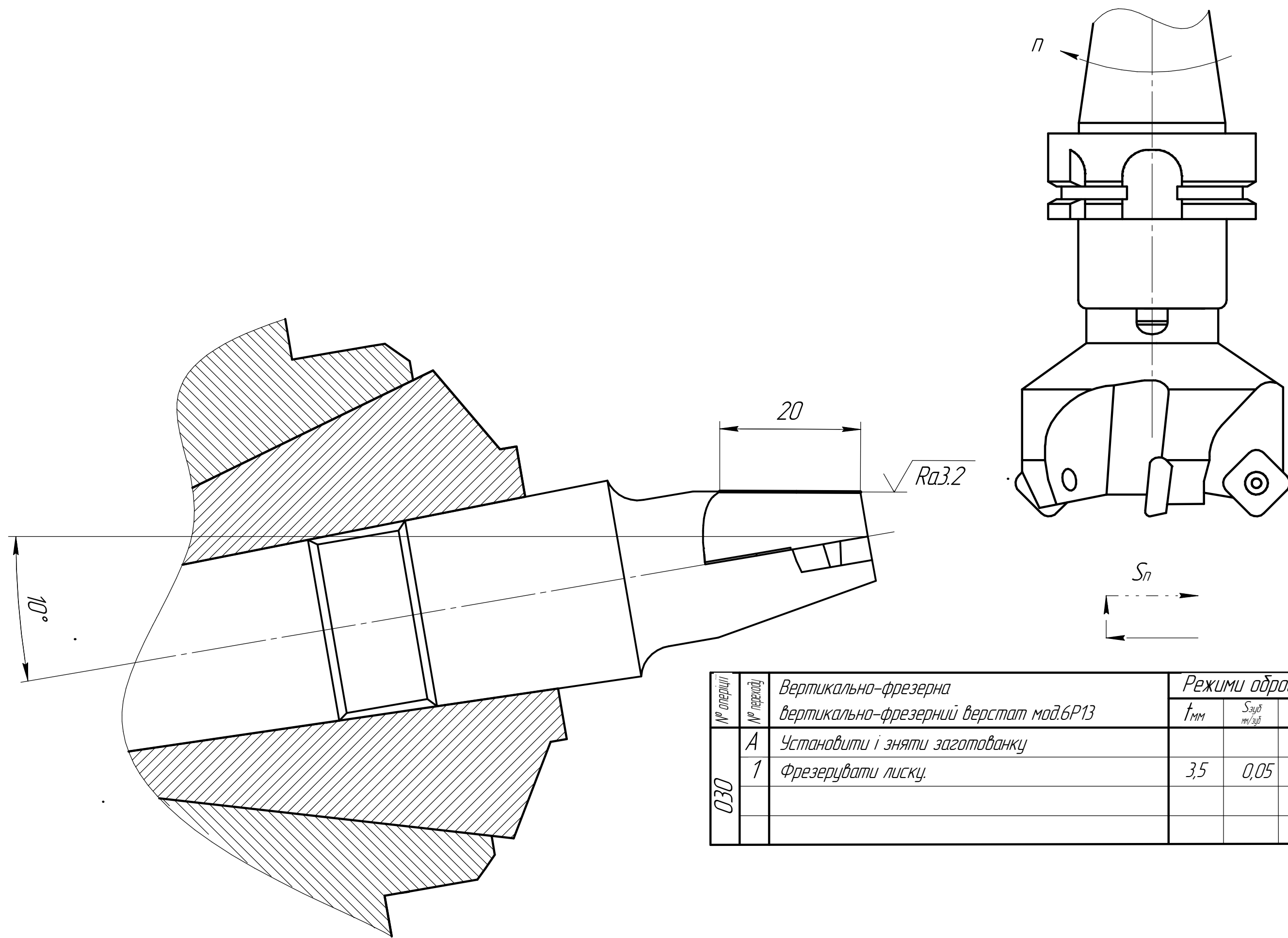
№ операції	№ операції	Токарна з ЧПК Токарний верстат з ЧПК мод. 16Р35Ф3.	Режими оброблення			
			t _{мм}	S _{зд} мм/хв	n об/хв	v _{м/хв}
010	A	Установити і зняти заготованку				
	1	Точити поверхню згідно креслення.		0,2	2000	100
				0,1	1500	40
				0,2	1000	40



№ операції	№ операції	Вертикально-фрезерна вертикально-фрезерний верстат мод.6Р13	Режими оброблення			
			t _{мм}	S _{зд} мм/хв	n об/хв	v _{м/хв}
020	A	Установити і зняти заготованку				
	1	Фрезерувати паз під пластину.	3	0,03	1305	45,7
		Свердлити отвір для кріплення пластини.	15	0,09	260	17
		Нарізати різьбу в отворі для кріплення пластини.				



№ операції	№ операції	Круглошліфувальна Круглошліфувальний верстат мод. 3М153	Режими оброблення			
			t _{мм}	S _{зд} мм/хв	n об/хв	v _{м/хв}
040	A	Установити і зняти заготованку				
	1	Шліфувати кінцеву поверхню.		0,00085	0,85	700



№ операції	№ операції	Вертикально-фрезерна вертикально-фрезерний верстат мод.6Р13	Режими оброблення			
			t _{мм}	S _{зд} мм/хв	n об/хв	v _{м/хв}
030	A	Установити і зняти заготованку				
	1	Фрезерувати лиску.	3,5	0,05	500	188,4

Ізм.	Лист	№ док.	Підп.	Дат.	Технологічний процес			Лист	Маса	Масштаб
Розроб.					1:1					
Проб.								Лист	Листов	1
Т.контр.										
Н.контр.										
Утв.										

Копіював

Формат А1